De **kosten** en **baten** van het **Commissievoorstel** ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde **luchtverontreinigende** stoffen

De kosten en baten van het Commissievoorstel ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen

PBL, in samenwerking met RIVM en ECN

Planbureau voor de Leefomgeving

ECN

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

De kosten en baten van het Commissievoorstel ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen

Den Haag, 2014
ISBN: 978-94-91506-85-7
PBL-publicatienummer: 1465

Eindverantwoordelijkheid
Planbureau voor de Leefomgeving

Contact

Auteurs en projectcoördinatie
Winand Smeets en Pieter Hammingh (PBL), Jan Aben (RIVM)

Inhoudelijke bijdragen
PBL: Corjan Brink, Jan van Dam, Eric Drissen, Gerben Geilenkirchen, Mirjam Hartman, Arjen van Hinsberg, Durk Nijdam, Gusta Renes, Marian van Schijndel, Sietske van der Sluis, Sandy van Tol, Karel van Velze
RIVM: Wilco de Vries, Rob Maas, Kees Peek, Ferd Sauter
ECN: Koen Smekens, Pieter Kroon, Arjan Plomp, Johan Slobbe, Omar Usmani

Supervisie
Pieter Boot

Redactie figuren
Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie
Uitgeverij PBL

Opmaak
Textcetera, Den Haag

Het PBL is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en altijd wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

BEVINDINGEN

De kosten en baten van het Commissievoorstel ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen

Samenvatting

Een strenger Europees emissiebeleid voor luchtverontreinigende stoffen, zoals de Europese Commissie in 2013 heeft voorgesteld, levert de Nederlandse samenleving duidelijk welvaartswinst op. Volgens dit voorstel moet elke lidstaat de uitstoot in 2030 met een bepaald percentage hebben verminderd ten opzichte van 2005. Door het voorstel gaan Nederlanders gemiddeld bijna een maand langer leven, stijgt de arbeidsproductiviteit omdat mensen gezonder worden, en neemt de soortenrijkdom van de Nederlandse natuur toe en de stikstofbelasting af. De baten van het Commissievoorstel zijn hoger dan de kosten. Het overgrote deel van deze baten voor Nederland komt door emissiereductie in het buitenland; een Europees emissiebeleid is effectiever en goedkoper dan maatregelen in Nederland alleen. Wel is een aanpassing van de reductieverplichtingen voor Nederland raadzaam, door deze meer in lijn te brengen met de Nederlandse cijferbasis. Dit betekent lagere kosten voor Nederland, die daarmee beter overeenkomen met de schattingen van de Commissie, en nog steeds een positief kosten-batensaldo.

De Europese Commissie (EC) heeft in december 2013 een voorstel uitgebracht voor het verdergaand verbeteren van de luchtkwaliteit door het stellen van emissiereductieverplichtingen per EU-lidstaat voor vijf luchtverontreinigende stoffen: zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak, niet-methaan vluchtige organische stoffen en fijnstof. Deze verplichtingen zijn per EU-lidstaat geformuleerd als relatieve reductie; in 2030 ten opzichte van de uitstoot in 2005. Ook is een Europese reductieverplichting voor methaan opgenomen in het voorstel.

Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), samen met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uitgevoerd – een op Nederland toegespitste second opinion over de *impact assessment* en kosten-batenanalyse die de Europese Commissie zelf al had laten uitvoeren (EMRC 2014). De emissiereductie van methaan wordt voorzien in de internationale klimaatafspraken en is buiten de MKBA gehouden. De belangrijkste conclusies van deze Nederlandse MKBA zijn als volgt.

- De maatschappelijke baten van het Commissievoorstel zijn voor Nederland beduidend hoger dan de kosten van maatregelen. Het positieve KBA-saldo (baten minus kosten) betekent dat, ondanks alle maatregelen die in de afgelopen decennia al zijn genomen, een strenger Europees emissiebeleid voor luchtverontreinigende stoffen nog altijd duidelijk welvaartswinst oplevert voor de Nederlandse samenleving. Een Europees emissiebeleid is daarbij effectiever en goedkoper dan maatregelen in Nederland alleen vanwege het grensoverschrijdende karakter van luchtverontreiniging.
- De grootste batenpost is dat de vervroegde sterfte door luchtverontreiniging onder Nederlanders afneemt, vooral door de afname van fijnstof in de lucht. De voorgestelde reductieverplichtingen voor alle vijf genoemde stoffen dragen bij aan de

concentratiedaling van fijnstof in de lucht. Nederlanders leven in een Europa waar het voorstel is doorgevoerd gemiddeld bijna een maand langer dan in een Europa waarin dit niet het geval is. Het betreft hier een inschatting van het gemiddelde effect over alle Nederlanders. Het effect op de levensverwachting van individuele Nederlanders zal groter of kleiner zijn, en hangt af van hoe gevoelig iemand is voor langdurige blootstelling aan fijnstof.

– Niet alleen de levensverwachting, maar ook de levenskwaliteit stijgt met een schonere lucht, in het bijzonder voor mensen met ademhalingsproblemen en astma. Bij doorvoering van het Commissievoorstel zijn er minder dagen in het jaar dat Nederlanders worden gehinderd in hun activiteiten door blootstelling aan fijnstof. Ook leidt het Commissievoorstel tot minder ziekteverzuim in de beroepsbevolking.
– Het Commissievoorstel vermindert ook de depositie van stikstofverbindingen en verzurende stoffen. De milieudruk op de Nederlandse natuur neemt met het Commissievoorstel duidelijk af, en dit zal zich op termijn vertalen in meer soortenrijkdom en tot een afwisselender en aantrekkelijker landschap met minder vergrassing. Er zullen ook minder kosten hoeven te worden gemaakt voor beheer- en herstelmaatregelen in kwetsbare Natura 2000-gebieden.
– De technische haalbaarheidsanalyse laat zien dat de door de Commissie voorgestelde emissiereductieverplichting voor niet-methaan vluchtige organische stoffen technisch niet haalbaar is. Verplichtingen voor overige stoffen zijn technisch wel haalbaar, met de kanttekening dat bij een hoge economische groei tot 2030, naast het plafond voor niet-methaan vluchtige organische stoffen, ook het emissieplafond voor stikstofoxiden niet haalbaar is.
– Als basis voor de begeleidende MKBA heeft de Europese Commissie gebruikgemaakt van eigen cijfers, die sterk afwijken van de Nederlandse emissiecijfers voor 2005 en de Nederlandse emissieramingen tot 2030. Ook schat de Commissie de kosten van maatregelen lager in. Hierdoor ontstaan er forse verschillen tussen de inschattingen van de kosten en baten van de Commissie en die van het PBL, ECN en RIVM. Volgens de Commissie bedragen de jaarlijkse kosten voor Nederland 51 miljoen euro, met baten voor Nederland van 961 miljoen.
De analyse van het PBL komt uit op jaarlijkse kosten van 410 miljoen euro en baten van 724 miljoen.
– De verschillen in cijferbasis werken door in de reductieverplichtingen voor Nederland. Vooral de verschillen in de emissiecijfers voor 2005 verdienen aandacht, omdat er over de gerealiseerde emissiecijfers geen verschil van mening kan bestaan tussen de Commissie en de lidstaten. Er zijn immers in Europa afgestemde berekeningsmethodieken en rapportageverplichtingen voor de gerealiseerde emissies van luchtverontreinigende stoffen.
De Commissie zou voor historische jaren in principe volledig uit moeten gaan van de emissies die landen jaarlijks officieel aanleveren.
– Gezien de grote verschillen in cijferbasis, is een aanpassing van de voorgestelde emissiereductieverplichtingen raadzaam, om deze meer in lijn te brengen met de nationale inzichten omtrent emissies en luchtmaatregelen. Hiervoor heeft het PBL een variant opgesteld die bij benadering aangeeft wat de reductieverplichtingen zouden zijn geweest als de Commissie zich had gebaseerd op de Nederlandse cijferbasis. Dit resulteert aan de ene kant in enige versoepeling van de voorgestelde reductieverplichtingen voor niet-methaan vluchtige organische stoffen, zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak. Aan de andere kant betekent het juist een aanscherping van de reductieverplichting voor fijnstof. De kosten volgens deze PBL-variant bedragen 78 miljoen euro per jaar en de baten 623 miljoen. Deze schattingen komen beter overeen met de schattingen van de Commissie. Ook voor de PBL-variant is het kosten-batensaldo positief, met 545 miljoen per jaar.
– In de voor deze MKBA gebruikte Nederlandse emissieramingen wordt een conservatieve inschatting gehanteerd van de hoeveelheid hernieuwbare energie en energiebesparing in Nederland in 2030. Met het Europese beleidskader voor klimaat en energie tot 2030, en uitgaande van de Nederlandse Energieverkenning, verwachten we meer hernieuwbare energie en meer energiebesparing dan aangenomen in deze MKBA. Uit een quickscananalyse naar wat dit betekent voor de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, blijkt dat dit vooral een gunstig effect kan hebben op de uitstoot van stikstofoxiden. De uitstoot van stikstofoxiden kan hierdoor 0-10 kiloton lager uitkomen. De ruime bandbreedte geeft aan dat deze neveneffecten tamelijk onzeker zijn, omdat ze sterk afhangen van aannames over het voortzetten van SDE+-subsidies, het type hernieuwbare energie dat ingezet gaat worden, waar besparingen plaatsvinden en of er veranderingen optreden in de import en export van elektriciteit. Door deze neveneffecten vermindert de beleidsopgave en daarmee de in deze MKBA berekende kosten van aanvullende luchtmaatregelen bij het Commissievoorstel en de PBL-variant.

Inleiding

Achtergrond

Op verzoek van het ministerie van IenM heeft het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uitgevoerd van het op 18 december 2013 door de Europese Commissie gepubliceerde voorstel voor een richtlijn ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen (EC 2013a). De MKBA is opgesteld ten behoeve van de standpuntbepaling van het kabinet over de positie die Nederland moet innemen tijdens de onderhandelingen over het Commissievoorstel in de Raad. Het voorstel bevat verplichtingen inzake de reductie van emissies voor het jaar 2020 en 2030, voor zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH_3), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS), fijnstof ($PM_{2,5}$) en methaan (CH_4). Daarnaast moeten lidstaten zich inspannen om hun jaarlijkse emissies in 2025 te beperken tot de niveaus zoals bepaald door een lineair reductietraject tussen 2020 en 2030, tenzij dit buitensporig dure maatregelen met zich brengt. De emissiedoelen in het voorstel zijn gesteld in de vorm van relatieve emissiereductieverplichtingen in 2020 en 2030 ten opzichte van 2005 (zie figuur 1). De reductieverplichtingen voor 2020 zijn direct overgenomen uit het Gothenburg Protocol.
Het voorstel van de Europese Commissie omvat een emissiereductieverplichting voor methaan. Emissiereductie van methaan wordt echter ook voorzien in de internationale klimaatafspraken. Gegeven de beschikbare doorlooptijd is besloten om de stof methaan buiten deze MKBA te houden.

De in het voorstel van de Europese Commissie genoemde emissiedoelen zijn een weerslag van de Europese ambitie voor een verdergaande verbetering van de luchtkwaliteit. Elke lidstaat heeft eigen doelstellingen, gebaseerd op Europese optimalisatieberekeningen die de Commissie heeft laten uitvoeren met het zogenoemde GAINS-model. Deze Nederlandse MKBA kan worden beschouwd als een op Nederland toegespitste second opinion van de *impact assessment* en kosten-batenanalyse die de Europese Commissie zelf al heeft uitgevoerd (EMRC 2014). Naast de MKBA van het Commissievoorstel is het PBL gevraagd om een beoordeling te geven van de technische haalbaarheid van de voorgestelde emissieverplichtingen voor Nederland. Ook is het PBL verzocht om een analyse te maken van de totstandkoming en onderbouwing van het voorstel. Deze beoordeling was voor het PBL aanleiding tot het opstellen van een PBL-variant op het Commissievoorstel, waarvoor ook de kosten en baten in beeld zijn gebracht. Voor zowel de analyse van het Commissievoorstel als die van de PBL-variant is samengewerkt met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).

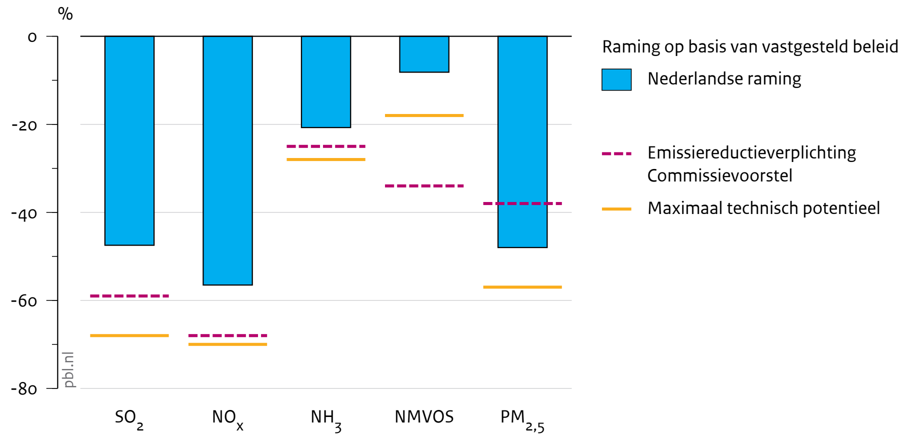
Het bepalen van de beleidsopgave

Een MKBA biedt informatie voor de besluitvorming door een beeld te geven van de effecten van voorgesteld beleid en de welvaartseconomische gevolgen daarvan. De effecten zijn de verschillen tussen een wereld waarin dit beleid wel is uitgevoerd en een wereld waarin dit niet het geval is. Die laatste ‘wereld’ wordt het nulalternatief genoemd. Om de omvang van de effecten van een beleidsvoorstel te kunnen meten, is het nulalternatief als ijkpunt dus even bepalend als het beleidsvoorstel zelf.
In deze studie beschrijven we met dit nulalternatief de waarschijnlijke ontwikkeling van de emissies tot 2030 bij uitvoering van het bestaand beleid, na doorvoering van al afgesproken maatregelen, maar zonder de voorgestelde emissiereductieverplichtingen.
Als nulalternatief gebruiken we in deze Nederlandse MKBA de door het PBL en ECN opgestelde Nederlandse emissieraming die begin 2014 is geactualiseerd (zie Velders et al. 2014). Door de geraamde emissies in 2030 te vergelijken met de voorgestelde reductieverplichtingen voor 2030, is de omvang van de verwachte beleidsopgave (of reductieopgave) voor de verschillende stoffen in 2030 voor Nederland bepaald.

Uitgangspunten voor de MKBA

Enkele uitgangspunten achter deze Nederlandse raming willen we hier noemen. Zo zijn de voorgenomen generieke bronmaatregelen voor emissiereductie van ammoniak uit de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) hierin niet verwerkt. Deze opties worden beschouwd als voorgenomen beleid en maken deel uit van de optielijst (zie de volgende paragraaf).
Daarnaast veronderstellen we in de raming dat de door de Commissie aangekondigde Europese testprocedure voor nieuwe personen- en bestelauto’s die op diesel rijden vanaf 2017 in werking treedt, en dan ook echt effectief is. Het aangekondigde nieuwe testprotocol moet ervoor zorgen dat de stikstofoxidenemissies van op diesel rijdende personen- en bestelauto’s vanaf 2017 ook onder praktijkomstandigheden (op de weg) gaan voldoen aan de Euro6-emissienormen. Momenteel liggen deze emissies van de eerste generatie op diesel rijdende Euro6-personen- en bestelauto’s in de praktijk nog substantieel hoger dan de emissienorm.
Ook willen we er op wijzen dat ramingen altijd met onzekerheden zijn omgeven. Deze onzekerheid is afhankelijk van de doorwerking van beleid, maar ook van autonome maatschappelijke en economische ontwikkelingen. Een belangrijke bron van onzekerheid in de Nederlandse raming is de toekomstige economische groei. Deze onzekerheden in economische groei hebben we in deze studie – waar mogelijk – in beeld gebracht.

Figuur 1
Verandering van emissie van luchtverontreinigende stoffen, 2005 – 2030



Bron: RIVM/PBL

In de Nederlandse emissieraming voor luchtverontreinigende stoffen (Velders et al. 2014) wordt onderscheid gemaakt in drie ramingen: een middenraming, een bovenraming en een onderraming. De middenraming geeft de meest waarschijnlijk geachte emissieontwikkeling tot 2030 bij bestaand beleid. In deze studie baseren we het nulalternatief op de middenraming, met een veronderstelde macro-economische groei van 1,7 procent per jaar voor de periode 2013 tot en met 2020, en 1,4 procent per jaar voor de periode 2021 tot en met 2030. In de boven- en onderraming is een groei aangenomen die 0,75 procent per jaar hoger respectievelijk lager ligt dan in de middenraming.
Nadat de omvang van de verwachte beleidsopgave in 2030 is vastgesteld, is onderzocht hoe deze beleidsopgave met technische maatregelen kosteneffectief te realiseren is, tegen welke kosten en welke baten voor de Nederlandse samenleving. Bij de inschatting van de kosten maken we gebruik van de door het PBL en ECN opgestelde lijst met nog beschikbare technische luchtmaatregelen. Deze opties zijn in het voorjaar van 2014 ter review voorgelegd aan diverse Nederlandse stakeholders. Waar deze commentaren goed onderbouwd waren met technische informatie zijn ze verwerkt. Merk op dat de in deze MKBA gegeven kosten en baten betrekking hebben op nog te nemen extra maatregelen boven op het bestaand beleid. De kosten en baten van het in de emissieramingen opgenomen bestaand beleid, zoals de al afgesproken emissienormen voor wegvoertuigen, zijn in de MKBA dus niet berekend. In eerdere studies is aangetoond dat de baten van het bestaande beleid aanzienlijk groter zijn dan de kosten (CE 2008).
De onderzochte beleidsopgave (emissiereductieopgave) is geïllustreerd in figuur 1 als de afstand tussen de reductie volgens de Nederlandse PBL-ECN-emissieraming en het Commissievoorstel. In deze figuur is ook geïllustreerd welke reductieverplichtingen volgens het PBL en ECN haalbaar zijn met inzet van het volledige technische potentieel aan maatregelen.

Leeswijzer
In dit deel van het rapport (Bevindingen) bespreken we de belangrijkste resultaten en conclusies van het onderzoek. De gedetailleerde verantwoording en de achterliggende analyses zijn te vinden in de Verdieping.
We gaan in dit deel eerst in op de kosten en de baten van het Commissievoorstel. Daarna geven we antwoord op de vraag naar de technische haalbaarheid van het Commissievoorstel. Vervolgens vergelijken we de resultaten van de Nederlandse MKBA met de Europese MKBA die de Commissie heeft opgesteld. Daarbij plaatsen we kritische kanttekeningen bij de onderbouwing van het Commissievoorstel. Tot slot introduceren we een door het PBL opgestelde variant op het voorstel waarmee deze kritiek wordt ondervangen. Ook voor deze variant hebben we een MKBA opgesteld en geven we antwoord op de vraag naar de technische haalbaarheid.
We eindigen met een algemene conclusie waarbij we ons de vraag stellen hoe het Commissievoorstel kan worden verbeterd.

Kosten en baten van het Commissievoorstel

Reductieverplichting voor niet-methaan vluchtige organische stoffen is technisch niet haalbaar
Voordat we ingaan op de resultaten van onze MKBA, is het belangrijk om te concluderen dat de door de

Tabel 1

Emissiereductieverplichtingen voor 2030, relatief ten opzichte van 2005 volgens het Commissievoorstel en volgens het in deze MKBA geanalyseerde Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing'

Stof	Emissiereductieverplichtingen 2005-2030 (%)	
	Commissievoorstel[1]	Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing'[2]
SO_2	59	59
NO_x	68	68
NH_3	25	25
NMVOS	34	**18**
$PM_{2,5}$	38	38

1 Reductieverplichtingen volgens het Commissievoorstel.

2 Reductieverplichtingen met aanpassing voor niet-methaan vluchtige organische stoffen; deze set verplichtingen heeft het PBL doorgerekend op kosten en baten.

Commissie voorgestelde emissiereductieverplichting voor niet-methaan vluchtige organische stoffen technisch niet haalbaar is. Dit laat figuur 1 zien. De voorgestelde emissiereductieverplichting bedraagt tussen 2005 en 2030 34 procent, terwijl de Nederlandse PBL-ECN-inschatting voor wat haalbaar is blijft steken op een technische reductie van maximaal 18 procent.
De conclusie dat deze verplichting technisch onhaalbaar is, heeft consequenties voor de verdere opzet van de MKBA. Doordat het door het PBL en ECN in beeld gebrachte technische potentieel niet verder gaat dan een maximale reductieverplichting van 18 procent, hebben we de voorgestelde verplichting van 34 procent niet kunnen analyseren. Voor de MKBA zijn we niet verder gegaan dan een reductieverplichting van 18 procent. Anders gezegd: we hebben een voorstel geanalyseerd met een reductieverplichting voor niet-methaan vluchtige organische stoffen van 18 procent in plaats van 34 procent (tabel 1). We hebben de verplichting dus exact gelijkgesteld aan de maximale emissiereductie die volgens PBL-ECN in 2030 technisch haalbaar is. De verklaring voor de onhaalbaarheid van de reductieverplichting van 34 procent wordt verderop besproken onder het kopje 'Kanttekeningen bij de onderbouwing van het Commissievoorstel'.

Maatschappelijke baten van het Commissievoorstel overstijgen de kosten

De Nederlandse MKBA laat zien dat de maatschappelijke baten voor de volksgezondheid en de natuur van het Commissievoorstel voor Nederland beduidend hoger zijn dan de kosten van maatregelen (figuur 2). Het positieve kosten-batensaldo (KBA-saldo is baten min kosten) voor Nederland bedraagt volgens de PBL-berekening 314 miljoen euro op jaarbasis in 2030. Tegenover de jaarlijkse kosten voor maatregelen van circa 410 miljoen euro staan jaarlijkse baten van circa 724 miljoen euro (prijspeil 2010). De baten zijn daarbij een factor 1,8 hoger dan de kosten. Het positieve KBA-saldo betekent dat, ondanks alle maatregelen die de afgelopen decennia al zijn genomen, een strenger Europees emissiebeleid voor luchtverontreinigende stoffen nog altijd duidelijk welvaartswinst oplevert voor de Nederlandse samenleving. Een Europees emissiebeleid is daarbij effectiever en goedkoper dan maatregelen in Nederland alleen vanwege het grensoverschrijdende karakter van luchtverontreiniging. Zo profiteren de volksgezondheid en de natuur in Nederland ook van emissiereducties in andere landen en vice versa.

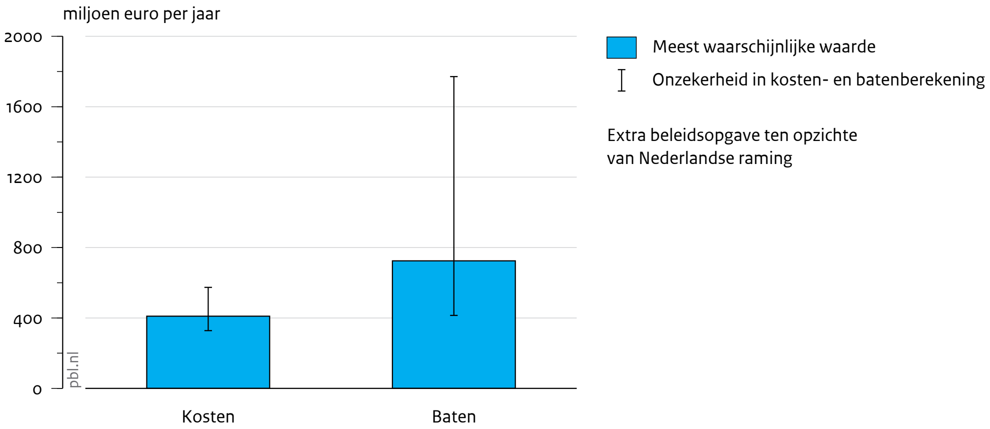
De onzekerheidsanalyse laat zien dat er een kleine kans is dat de baten lager kunnen uitvallen dan de kosten (figuur 2). Dit doet zich voor als de baten aan de onderkant van de bandbreedte (414 miljoen euro per jaar) uitkomen en de kosten aan de bovenkant (574 miljoen euro per jaar). Voor de batenschatting zijn twee belangrijke onzekerheden in beeld gebracht. Dit zijn de onzekerheid in de gezondheidseffectberekening (verloren levensjaren en gezondheidsverlies) en in de waardering van de gezondheidseffecten. Beide onzekerheden zijn in figuur 2 gecombineerd in één bandbreedte.

Met het Commissievoorstel neemt de levensverwachting van Nederlanders gemiddeld met bijna een maand toe, vermindert het ziekteverzuim en zijn Nederlanders gezonder

De grootste batenpost bestaat eruit dat met het Commissievoorstel de vervroegde sterfte door luchtverontreiniging onder Nederlanders afneemt. Nederlanders leven in een Europa waar het voorstel is doorgevoerd gemiddeld bijna een maand langer dan in een Europa waarin dit niet het geval is (figuur 3).
De baten van deze toename in levensverwachting worden voor Nederland geschat op 496 miljoen euro per jaar (71 procent van de totale baten) en worden verklaard door een verlaagde blootstelling van de bevolking aan antropogeen fijnstof ($PM_{2,5}$).

Figuur 2

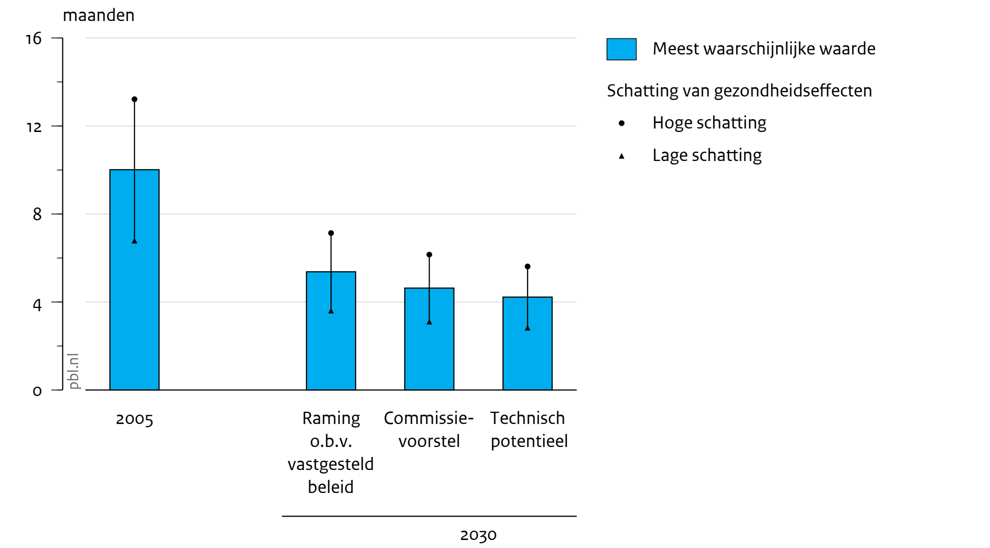
Kosten en baten van Commissievoorstel voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

Figuur 3

Verlies in levensverwachting door blootstelling aan antropogeen fijnstof ($PM_{2,5}$)



Bron: PBL/RIVM

Merk op dat deze verlaagde fijnstofblootstelling niet alleen wordt veroorzaakt door de verlaagde uitstoot van fijnstofdeeltjes bij de bron (lees de reductieverplichting voor fijnstof), maar ook door de verlaging van de uitstoot van de gassen ammoniak, zwaveldioxide, stikstofoxiden en niet-methaan vluchtige organische stoffen (lees de reductieverplichtingen voor overige gassen). Zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak leiden namelijk tot de vorming van nitraat- en sulfaatdeeltjes in de atmosfeer. Deze deeltjes worden aangeduid als secundair gevormd *anorganische* aerosol (SIA) en dragen in belangrijke mate bij (70 procent in 2030) aan de blootstelling van Nederlanders aan fijnstof in de lucht. Ook de verlaging van de uitstoot van niet-methaan vluchtige organische stoffen draagt bij aan vermindering van de fijnstofconcentratie in de lucht. Hier gaat het om het zogenoemde secundair gevormd *organische* aerosol (SOA).

Ten opzichte van 2005 leidt bestaand luchtbeleid al tot een verlenging van de levensverwachting van 4,6 maanden; het Commissievoorstel verlengt dit verder (met bijna een maand) tot 5,3 maanden (figuur 3). Het betreft hier een inschatting van het gemiddelde effect over alle Nederlanders. Het effect op de levensverwachting van

individuele Nederlanders zal groter of kleiner zijn, en hangt af van hoe gevoelig iemand is voor langdurige blootstelling aan fijnstof. De batenpost van 496 miljoen euro per jaar is geschat door de toename in levensverwachting (van bijna een maand met het Commissievoorstel) uit te drukken in gewonnen levensjaren voor de Nederlandse bevolking (behorend bij een jaar verminderde blootstelling). Vervolgens zijn deze gewonnen levensjaren in geld gewaardeerd. Daarbij is een extra gewonnen levensjaar door minder luchtverontreiniging gewaardeerd op 41.000 euro (prijspeil 2010) (EMRC 2014; WHO 2013b).

Ook leven Nederlanders in een schonere lucht gezonder en verhoogt het de kwaliteit van leven, in het bijzonder voor mensen met ademhalingsproblemen en astma. Bij doorvoering van het Commissievoorstel zijn er dus minder dagen in het jaar dat Nederlanders worden gehinderd in hun activiteiten door blootstelling aan fijnstof. De baten hiervan zijn becijferd op 132 miljoen euro per jaar. Ook leidt het Commissievoorstel tot minder ziekteverzuim (verloren werkdagen) in de beroepsbevolking. Deze directe economische baten zijn geschat op 47 miljoen euro per jaar. De baten van een verminderd aantal gevallen van chronische bronchitis is geschat op 17 miljoen euro per jaar.

Figuur 3 geeft het totale effect op de levensverwachting van de vermindering van de emissies van fijnstof, zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak. Het gezondheidseffect van de reductie van niet-methaan vluchtige organische stoffen (SOA) kon daarbij nog niet worden berekend, omdat de Nederlandse luchtmodellen dit SOA nog niet goed kunnen berekenen. Figuur 3 geeft ook een beeld van de onzekerheid in de cijfers. De figuur laat zien dat het verlies in levensverwachting hoger of lager kan liggen dan de gebruikte meest waarschijnlijke waarde. De berekende positieve effecten van het Commissievoorstel blijven daarbij robuust, maar uit de figuur blijkt ook dat deze lager of hoger kunnen liggen dan berekend volgens de meest waarschijnlijke waarde.

Het Commissievoorstel vergroot de soortenrijkdom in de natuur en zorgt voor een kostenbesparing op beheer- en herstelmaatregelen in Natura 2000-gebieden

Het Commissievoorstel vermindert ook de depositie van stikstofverbindingen op de natuur in Nederland. Daarnaast vermindert het voorstel de depositie van verzurende stoffen. Een goede indicator voor de schade van stikstofdepositie voor natuurkwaliteit (onder andere verlies aan soorten) is de over de hele Nederlandse natuur opgetelde depositie boven de kritische depositieniveaus. Ten opzichte van 2005 leidt het bestaande beleid tot een afname van deze gesommeerde depositie (boven kritische waarden) met 50 procent; met het Commissievoorstel wordt deze daling 66 procentpunten (figuur 4). De milieudruk op natuur via aanvoer van stikstofverbindingen door de lucht neemt met het Commissievoorstel dus duidelijk af en dit zal zich op termijn vertalen in een grotere soortenrijkdom in de Nederlandse natuur. Ook zal dit leiden tot een afwisselender en aantrekkelijker landschap met minder vergrassing. Figuur 4 laat ook zien dat de daling in het areaal natuur met overschrijding van kritische depositieniveaus minder snel gaat dan de daling in de jaarlijkse stikstofdepositie. Dit wordt verklaard doordat er nog veel natuur is waar de kritische depositieniveaus ruim worden overschreden. De stikstofdepositie daalt in deze gebieden dus wel aanzienlijk, maar niet voldoende om onder de kritische niveaus uit te komen.

Met het Commissievoorstel zullen minder kosten gemaakt hoeven te worden voor beheer- en herstelmaatregelen in kwetsbare Natura 2000-gebieden. Deze kostenbesparing is geschat op 25 miljoen euro per jaar vanaf 2030. Deze kostenbesparing hebben we meegenomen in het batenbedrag van totaal 724 miljoen euro per jaar. Overigens kan deze kostenbesparing niet gelijkgesteld worden aan de natuurbaten. Dit zou principieel niet juist zijn. Bij de berekening van natuurbaten gaat het erom na te gaan hoe Nederlanders een vergroting van de soortenrijkdom door minder luchtverontreiniging waarderen. Dat is iets anders dan het in beeld brengen van een kostenbesparing op beheer- en herstelmaatregelen. Omdat we niet weten hoe Nederlanders veranderingen in de soortenrijkdom van de Nederlandse natuur waarderen, kunnen we de natuurbaten dus ook niet inschatten. Nieuwe studies zijn nodig om dit te kunnen doen.

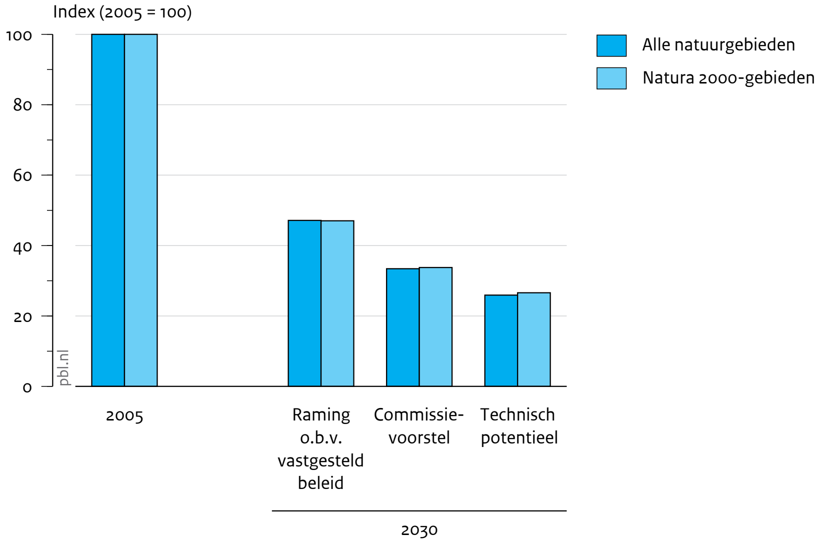
Een vergelijkbaar beeld als bij de stikstofdepositie zien we bij de aanvoer van verzurende stoffen op de natuur. Ten opzichte van 2005 leidt het bestaande beleid tot een afname van de gesommeerde zuurdepositie boven kritische niveaus met 41 procent; met het Commissievoorstel wordt deze daling 49 procent.

De kosten van het Commissievoorstel bedragen in 2030 circa 0,05 procent van het bruto binnenlands product

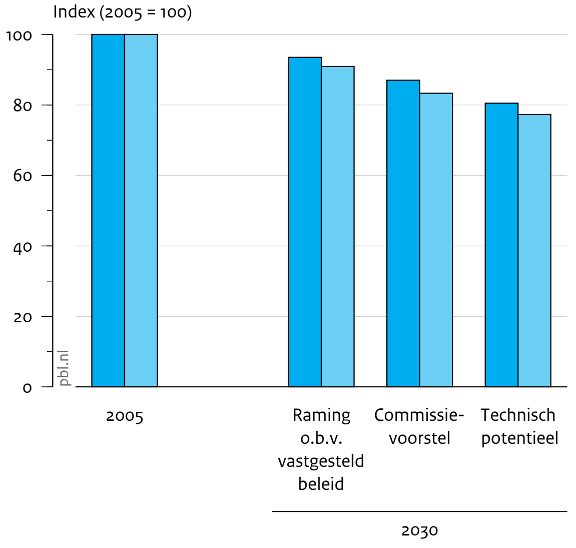
De kosten van het Commissievoorstel van 410 miljoen euro op jaarbasis vanaf 2030 bedragen circa 0,05 procent van het bruto binnenlands product (bbp) voor 2030. Daarvan moeten bedrijven 368 miljoen euro opbrengen en huishoudens 42 miljoen. Het percentage van 0,05 procent geldt voor de gehele economie. Het leeuwendeel van de kosten, namelijk 271 miljoen euro oftewel bijna 67 procent van de totale kosten, komt voor rekening van de beleidsopgave voor stikstofoxiden. Deze kosten komen op het conto van maatregelen bij de industrie (121 miljoen euro), de energiesector (79 miljoen) en raffinaderijen (27 miljoen). Daarnaast zijn er kosten bij

Figuur 4
Effecten van stikstofdepositie op natuurkwaliteit

Overschrijding van kritische stikstofdepositieniveaus



Natuurareaal met overschrijding van kritische stikstofdepositieniveaus



Bron: PBL/RIVM

de binnenvaart (30 miljoen euro). Verder komt 35 miljoen aan kosten bij de raffinaderijen terecht voor de reductie van zwaveldioxide, 42 miljoen bij de huishoudens voor de bestrijding van niet-methaan vluchtige organische stoffen en 27 miljoen euro bij de landbouw voor ammoniakreductie.
Om een beeld te krijgen van de lasten voor sectoren, hebben we de kosten per sector uitgedrukt als aandeel van de bruto toegevoegde waarde van sectoren. Uit de sectoranalyse blijkt dat de kosten van maatregelen het hoogst zijn voor de basismetaalsector en de raffinaderijen, met een kleine 3 procent van de bruto toegevoegde waarde. De kosten in de binnenvaart liggen op bijna 2 procent. De kosten in de varkenshouderij en de energiesector liggen net boven de 1 procent. In de bouwmaterialensector en de glastuinbouw zijn deze kosten geschat op ruim 0,5 procent. Voor de chemische industrie is dat ruim 0,25 procent. Verder zijn er nog sectoren met kosten onder 0,1 procent van de bruto toegevoegde waarde.

Baten voor burgers en bedrijven

De baten van het Commissievoorstel komen bij de burger terecht in de vorm van een langere levensduur en een betere gezondheid. Ook zijn er baten voor de burger in de vorm van een meer soortenrijke natuur en een afwisselender en aantrekkelijker landschap. Daarnaast komen er ook baten bij bedrijven terecht, doordat werknemers minder ziek zijn en er dus minder werkdagen verloren gaan. Ook is de arbeidsbevolking gezonder. Hierdoor stijgt de arbeidsproductiviteit.

Technische haalbaarheid van het Commissievoorstel

Reductieverplichtingen voor de overige stoffen zijn technisch wel haalbaar

De haalbaarheidsanalyse laat zien dat de voorgestelde reductieverplichtingen voor andere stoffen dan niet-methaan vluchtige organische stoffen wel technisch haalbaar zijn (figuur 1). Er moet een fors deel van het beschikbare technische potentieel worden ingezet om te voldoen aan de reductieverplichtingen van de Commissie. Naast het volledige potentieel voor niet-methaan vluchtige organische stoffen, moet er bij zwaveldioxide ruim 60 procent van het potentieel worden ingezet, bij stikstofoxiden is dat ruim 80 procent en bij ammoniak is dat ruim 50 procent.
Voor stikstofoxiden is essentieel dat de door de Commissie aangekondigde Europese RDE-regelgeving effectief is en vanaf 2017 ingaat, zodat nieuwe op diesel rijdende personen- en bestelauto's dan ook in de praktijk gaan voldoen aan de Euro6-normen. Indien de werking van deze regelgeving tegenvalt of als deze regelgeving later ingaat dan gepland, dan zal het moeilijker worden om de voorgestelde reductieverplichting voor stikstofoxiden te halen. De maximale tegenvaller, wanneer de aangekondigde regelgeving in haar geheel geen verbetering zou opleveren, is 9 kiloton in 2030. In dat geval is de voorgestelde reductieverplichting voor stikstofoxiden technisch niet haalbaar.
Verder valt op dat de voorgestelde reductieverplichting voor fijnstof ($PM_{2,5}$) voor Nederland geen ambitie kent. Nederland hoeft helemaal geen extra fijnstofmaatregelen in te zetten om in 2030 te kunnen voldoen aan de voorgestelde reductieverplichting. Dit is merkwaardig, omdat er in Nederland nog relatief goedkope aanvullende fijnstofmaatregelen beschikbaar zijn waarvoor geldt dat de baten hoger zijn dan de kosten, zoals fijnstofmaatregelen bij bestaande houtkachels en open haarden. De verklaring voor deze niet-ambitieuze reductieverplichting ligt in een eigen raming voor de periode 2005-2030 die de Commissie voor Nederland heeft gehanteerd. Voor fijnstof raamt de Commissie voor Nederland een aanzienlijk minder sterk dalende emissietrend dan het PBL. Dit leidt ertoe dat de fijnstofemissies volgens de nationale emissieraming tussen 2005 en 2030 met alleen bestaand beleid al sterker dalen dan de voorgestelde emissiereductieverplichting vereist.

In de meeste sectoren zijn extra luchtmaatregelen beschikbaar

Het door het PBL en ECN samengestelde maatregelenpakket voor Nederland behorend bij het Commissievoorstel bevat maatregelen in uiteenlopende economische sectoren. Het pakket is samengesteld uit een opgestelde lijst met opties waarbij de goedkopere maatregelen voor de duurdere zijn geselecteerd.
Voor het wegtransport zijn geen extra opties opgenomen, omdat Nederland hier afhankelijk is van Europese afspraken. Daarbij voorziet de Commissie voorlopig geen nieuw beleid dat verder gaat dan de afgesproken Euro6/VI-emissienormen. Het effect van de Euro6/VI-normen op emissies, ook de aangekondigde Europese testprocedure voor nieuwe dieselauto's, is als vastgesteld beleid verwerkt in de ramingen.
De zwaveldioxidemaatregelen betreffen vooral het toepassen van efficiëntere rookgasontzwavelingsinstallaties in de raffinage, staal- en roetproductie en de overige industrie. Voor de vermindering van stikstofoxidenemissies zijn er reductiemogelijkheden bij de grotere installaties in de industrie (procesemissies en verbrandingsemissies) en bij de raffinaderijen en de energiesector (verbrandingsemissies). Ook kunnen bij kleinere installaties in diverse sectoren zogeheten lage NO_x-branders in ketels worden toegepast en Selectieve Katalytische Reductie (SCR) bij stationaire (bio)gasmotoren. Bij mobiele bronnen die niet onder het wegverkeer vallen, zijn strengere eisen mogelijk bij kleinere en grotere motoren. Zo is de toepassing van SCR mogelijk in de binnenvaart, net zoals dit wordt toegepast bij vrachtauto's om te voldoen aan de Euronormering. In de handel, diensten en overheidssector kan een aanscherping van de emissie-eis voor de cv-ketels een bijdrage leveren.
Voor het reduceren van de ammoniakemissies kunnen emissie-eisen aan pluimvee, varkens- en melkveestallen worden aangescherpt. Een technische optie bij de varkensstallen betreft bijvoorbeeld het op uitgebreidere schaal plaatsen van een hoog-rendement combiluchtwasser. Daarnaast kan mogelijk het aantal stuks jongvee in de melkveehouderij worden verminderd. Bij de aanwending van mest op bouwland kunnen emissiearmere methoden worden gebruikt.
Om de uitstoot van niet-methaan vluchtige organische stoffen verder te beperken, zijn er nog maatregelen mogelijk als het aanscherpen in EU-verband van de eisen voor consumentenproducten als deodorant, haarlak,

verf, vloerlijm en ruitenreiniger. Een andere belangrijke optie betreft het vervangen van bestaande kachels en open haarden door nieuwe kachels die DinPlus zijn gecertificeerd. Het gaat hier om een vervanging door moderne kachels die voldoen aan strenge Duitse emissienormen. Ook bij industriële verftoepassingen en industrieel reinigen en ontvetten zijn nog verdergaande reducties te behalen. In de raffinagesector zijn nog diverse maatregelen mogelijk, zoals een betere afdichting van drijvende daken van olietanks, het toepassen van vaste daken bij olietanks met enkel een drijvend dak en 'vapor recovery units' (VRU's) bij de overslag van aardolieproducten.

Voor het reduceren van de fijnstofemissies ($PM_{2,5}$) kunnen bestaande verouderde kachels en open haarden worden vervangen door moderne kachels die DinPlus zijn gecertificeerd. Deze uitfasering van verouderde kachels en open haarden is vergelijkbaar met bestaande wetgeving in Duitsland. Deze maatregel levert een aanzienlijke reductie op in de uitstoot van schadelijke primaire fijnstofdeeltjes. Met deze maatregel worden ook andere emissies gereduceerd, zoals schadelijke Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen en is er minder geurhinder. DINplus-kachels hebben een hoog energetisch rendement en zijn ruimschoots beschikbaar op de markt.

Het Commissievoorstel voor ammoniak is ambitieuzer dan het voorgenomen PAS-beleid

Zoals hiervoor is aangegeven, is de door de Commissie voorgestelde emissiereductieverplichting van 25 procent voor ammoniak tussen 2005 en 2030 haalbaar (tabel 1). Deze reductieverplichting komt overeen met een emissieplafond van 107 kiloton in 2030. Met bestaand beleid daalt de verwachte ammoniakemissie volgens de middenraming tot 113 kiloton in 2030. Om te voldoen aan het voorgestelde plafond, moet Nederland in 2030 dan 6 kiloton reduceren. Dit kan door ruim 50 procent van het beschikbare emissiereductiepotentieel in te zetten.

Niet zeker is of het voorgenomen ammoniakbeleid uit de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) voldoende is voor dit voorgestelde ammoniakplafond. Het kabinet beoogt met de PAS de ecologische doelen voor stikstofgevoelige natuur te realiseren en tegelijkertijd ruimte te scheppen voor nieuwe economische activiteiten in de buurt van gebieden met dergelijke natuur (PAS-natuurgebieden). Hiervoor worden in de PAS aan de ene kant generieke emissiereductiemaatregelen ingezet die in 2030 tot een extra nationale ammoniakreductie van 10 kiloton moeten leiden. Aan de andere kant is een 'teruggaaf' van 0 tot 5,6 kiloton ammoniak mogelijk ten behoeve van extra economische activiteiten. Generieke PAS-maatregelen kunnen aldus leiden tot een extra emissiereductie van tussen de 4,4 en 10 kiloton in 2030. Ten opzichte van de in deze MKBA gebruikte middenraming zou de ammoniakemissie in 2030 dan uitkomen tussen de 109 en 103 kiloton; dat is 2 kiloton boven het voorgestelde plafond, dan wel 4 kiloton eronder (tabel 2). Uitgaande van de middenraming is het voorgestelde ammoniakplafond dus haalbaar met de PAS-maatregelen, maar alleen als de teruggaaf wordt beperkt tot maximaal 4 kiloton.

Merk op dat in de PAS niet wordt gewerkt met de middenraming. De PAS werkt met een raming met hoge economische groei. De bovenraming waar de PAS van uitgaat, komt in 2030 met 119 kiloton circa 6 kiloton hoger uit dan de middenraming. Uitgaande van deze hogere raming, de PAS-maatregelen en de 'teruggaaf', zou de ammoniakemissie in 2030 uitkomen tussen de 109 en 115 kiloton. Uitgaande van deze PAS-bovenraming zou er dus, ook na doorvoering van de generieke PAS-maatregelen, nog een beleidsopgave overblijven van tussen de 2 en 8 kiloton om in 2030 te kunnen voldoen aan het voorgestelde emissieplafond uit het Commissievoorstel (tabel 2).

Beheersgebied voor stikstof op de Noordzee kosteneffectief om luchtkwaliteit te verbeteren maar aanvullende regels Commissie maken het duur

Het Commissievoorstel is gericht op de emissies op land, maar biedt lidstaten wel de mogelijkheid om de benodigde emissiereductie op land mede in te vullen via beleidsmaatregelen bij de internationale zeescheepvaart. Een land mag daartoe 20 procent van de emissiereducties door nieuw beleid bij de internationale zeevaart inzetten. Wat betreft mogelijk nieuw beleid spreken de acht Noordzeelanden sinds 2011 over de mogelijkheid om de Noordzee aan te wijzen als een emissiebeheersgebied voor stikstofoxiden (een zogenoemde NO_x Emission Control Area (NECA)). In een dergelijk gebied moeten nieuwe zeeschepen voldoen aan strenge emissie-eisen voor stikstofoxiden. Uit berekeningen van het PBL volgt dat een NECA in 2030 een reductie van 3 tot 6 kiloton stikstofoxidenemissies kan opleveren. Daarmee zou een NECA een substantiële bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van de voorgestelde reductieverplichting voor stikstofoxiden.

In principe is een NECA, afgezet tegen de kosten van maatregelen op land, een kosteneffectieve maatregel voor het verbeteren van de luchtkwaliteit in Nederland. Echter, de voorwaarde dat maar 20 procent van de emissiereductie door een zeevaartmaatregel mag meetellen onder het Commissievoorstel, impliceert dat een zeevaartmaatregel (met het oog op de in deze studie centraal staande richtlijn) vijfmaal zo duur wordt als landmaatregelen. Dit betekent dat het Commissievoorstel op zich waarschijnlijk geen zelfstandig argument zal opleveren om een NECA in te stellen. Het is dan vooral een bijkomend voordeel wat aan een NECA kan worden gekoppeld.

Tabel 2

Resterende beleidsopgave voor ammoniak voor het Commissievoorstel in 2030 na doorvoering van het voorgenomen PAS-beleid; afgezet tegen de (midden)raming uit deze MKBA en afgezet tegen de bovenraming uit de PAS (in kiloton)

	Emissieraming 2030 zonder PAS	Emissies 2030 met PAS	Resterende beleidsopgave na doorvoering PAS[3]
(Midden)raming uit deze MKBA[1]	113	103-109	-4 tot +2
Bovenraming uit de PAS[2]	119	109-115	+2 tot +8

1 Deze MKBA gaat uit van de meest waarschijnlijke middenraming van 113 kiloton ammoniak in 2030 (Velders et al. 2014) .

2 De PAS gebruikt een bovenraming van 119 kiloton ammoniak in 2030.

3 Verschil tussen de raming voor 2030 en het ammoniakplafond voor 2030 op basis van het Commissievoorstel (107 kiloton).

Kanttekeningen bij het Commissievoorstel

PBL-kostenschatting van het Commissievoorstel is een factor 8 hoger dan de schatting van de Commissie zelf

De geschatte kosten van het Commissievoorstel voor Nederland bedragen volgens het PBL met 410 miljoen euro op jaarbasis bijna het achtvoudige van de schatting van de Commissie. De Commissie schat de kosten op slechts 51 miljoen per jaar vanaf 2030 (EMRC 2014; IIASA 2014). Deze forse verschillen in kostenschattingen worden grotendeels verklaard doordat de Commissie een eigen gegevensbasis voor Nederland gebruikt die afwijkt van de Nederlandse 2005-emissiecijfers en de Nederlandse emissieramingen. Ook schat de Commissie de kosten van maatregelen lager in. Op deze zaken gaan we in de volgende paragraaf 'Kanttekeningen bij onderbouwing Commissievoorstel' nader in.

De batenschattingen van de Commissie en van het PBL zijn veel beter vergelijkbaar dan de kostenschattingen. De baten bedragen volgens de Commissie 961 miljoen euro per jaar vanaf 2030 (EMRC 2014). Het PBL schat deze baten 25 procent lager in, met 724 miljoen euro (tabel 3).

Het verschil in kosten zorgt voor grote verschillen in resultaten (KBA-saldo, kosten-batenratio) tussen de Nederlandse en Europese MKBA (tabel 3). Volgens de Commissie overstijgen de Nederlandse baten van het voorstel de Nederlandse kosten in 2030 met een factor 18. Volgens het PBL overstijgen de baten in 2030 de kosten met een factor 1,8. Het positief KBA-saldo bedraagt volgens de Commissie 909 miljoen euro, terwijl het PBL uitkomt op een positief saldo van 314 miljoen.

Kanttekeningen bij de onderbouwing van het Commissievoorstel

Het PBL heeft de cijfermatige onderbouwing van het Commissievoorstel uitgebreid onderzocht. Daarbij hebben we gekeken welke 2005-emissiecijfers de Commissie heeft gebruikt voor Nederland, en van welke emissieramingen de Commissie is uitgegaan. Uit dat onderzoek kwam naar voren dat de Commissie gebruikmaakt van afwijkende historische emissiecijfers over 2005. De Commissie heeft voor 2005 andere emissiecijfers gebruikt dan Nederland via de jaarlijkse emissierapportages aan de Commissie heeft aangeleverd. Voor het gebruik van historische emissiecijfers is het echter normaal dat de Commissie integraal aansluit op de officiële rapportages (statistieken) van de landen zelf. De emissies voor 2005 die de Commissie heeft gebruikt bij de afleiding van verplichtingen (berekeningen met het GAINS-model) liggen voor alle vijf de stoffen hoger dan de emissies die Nederland zelf aan de Europese Unie heeft gerapporteerd (tabel 4). Vooral voor niet-methaan vluchtige organische stoffen, stikstofoxiden en fijnstof ($PM_{2,5}$) zijn de verschillen groot. De afwijkende 2005-emissiecijfers beïnvloeden de door de Commissie berekende emissietrends tussen 2005 en 2030. Dit werkt vervolgens door in de door de Commissie afgeleide reductieverplichtingen. Echter ook op andere punten, zoals groeiverwachtingen voor economische sectoren, wijken de door de Commissie gehanteerde emissieramingen (2005-2030) substantieel af van de Nederlandse emissieramingen zoals opgesteld door het PBL en ECN (tabel 4). Hoewel er in het algemeen van mening verschild kan worden over toekomstige ontwikkelingen, heeft de Commissie ook voor deze ramingen aannames gebruikt die het PBL ter discussie stelt.

Uiteindelijk leiden bovengenoemde verschillen ertoe dat er opvallende verschillen zijn tussen de Commissie en PBL in de gebruikte emissietrends met bestaand beleid (de relatieve emissiereducties 2005-2030 volgens het nul-alternatief), waartegen de reductieverplichtingen worden

Tabel 3
Maatschappelijke kosten en baten van het Commissievoorstel volgens de Nederlandse en Europese kosten-batenanalyse (prijspeil 2010)

		Nederlandse analyse door PBL	Europese analyse door de Commissie
Kosten	€ mln. per jaar	410	51
Baten	€ mln. per jaar	724	961
KBA-saldo[1]	€ mln. per jaar	314	910
Kosten-batenratio	-	1,8	18

1 Het saldo betreft de baten min de kosten.

Tabel 4
Historische emissies in 2005, ramingen voor 2030 met bestaand beleid en relatieve reducties[1]

Stof	Emissies basisjaar 2005 (kiloton)			Emissieraming 2030 (kiloton)			Relatieve reductie 2005-2030 (%)		
	Commissie	NL	Verschil[2]	Commissie	NL	Verschil[2]	Commissie	NL	Verschil[3]
SO_2	70	64	5	32	34	-2	54%	47%	6%
NO_x	380	365	15	143	159	-15	62%	57%	6%
NH_3	146	143	3	111	113	-3	24%	21%	4%
NMVOS	205	174	31	141	160	-19	31%	8%	23%
$PM_{2,5}$	24,2	20,6	3,6	16,9	10,7	6,2	30%	48%	-18%

1 De transportemissies in de nationale ramingen voor 2005 en 2030 zijn hier op basis van 'verkochte brandstof', net zoals de Commissie dat doet.
2 Kleine afwijkingen in berekende verschillen worden verklaard door de gemaakte afrondingen.
3 Betreft hier procentpunten.

afgezet (tabel 4). Door dit verschil in gebruikte emissietrends met bestaand beleid komen de Commissie en het PBL tot een uiteenlopende inschatting van de beleidsopgave in 2030.

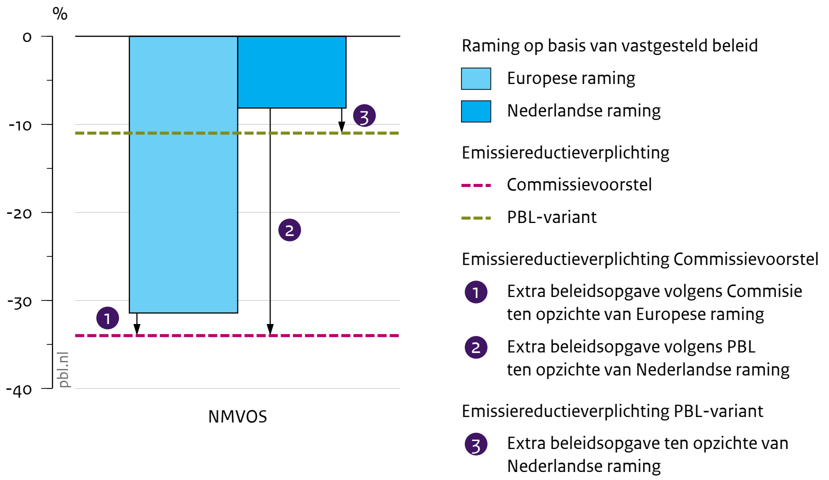
Merk op dat de emissietrends 2005-2030 met bestaand beleid (het nulalternatief zonder voorstel) voor alle stoffen een dalend verloop laten zien (zie figuur 1).
Het verschil tussen de emissieraming van de Commissie en van het PBL zit hem in de helling van deze dalende trend. Voor zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak en niet-methaan vluchtige organische stoffen komt de Commissie voor Nederland met bestaand beleid uit op een sterkere daling van de emissietrend 2005-2030 dan het PBL en ECN inschatten in de Nederlandse ramingen. Voor fijnstof ($PM_{2,5}$) is het beeld omgekeerd, en komt de Commissie op een minder sterke daling uit. Het gevolg is dus dat Nederland volgens de Nederlandse MKBA voor vier stoffen meer maatregelen moet treffen dan wat de Commissie aangeeft. Voor fijnstof hoeft Nederland minder te doen dan wat de Commissie rapporteert.
Kijken we naar het verschil in kosten tussen de Nederlandse en de Europese MKBA, dan zijn deze het grootst voor stikstofoxiden, gevolgd door niet-methaan vluchtige organische stoffen en fijnstof.

Kosten en baten voor een PBL-variant op het Commissievoorstel

Achtergrond van de PBL-variant op het Commissievoorstel

Voorgaande analyse toont aan dat er forse verschillen zijn tussen de ramingen die Nederland en de Commissie hanteren, en dat deze verschillen doorwerken in de reductieverplichtingen. Om zicht te krijgen op de betekenis van dit soort verschillen, heeft het PBL een variant op het voorstel opgesteld. Deze variant geeft bij benadering aan wat de reductieverplichtingen zouden zijn geweest mocht de Commissie zich hebben gebaseerd op de Nederlandse inzichten over 2005-cijfers, de PBL-ECN-emissieramingen tot 2030 en Nederlandse inzichten in kosten en effecten voor fijnstofmaatregelen. Ook voor deze PBL-variant is een MKBA opgesteld.
De reductieverplichtingen voor deze variant zijn afgeleid door de extra beleidsopgave die de Europese Commissie heeft berekend voor Nederland in 2030 (en als kosteneffectief beschouwd voor Nederland) over te nemen, maar deze nu te combineren met de Nederlandse PBL-ECN-raming voor 2030. Figuur 5 illustreert de aanpak. De extra beleidsopgave voor de PBL-variant

Figuur 5
Verandering van emissie van luchtverontreinigende stoffen, 2005 – 2030



Bron: PBL/ECN

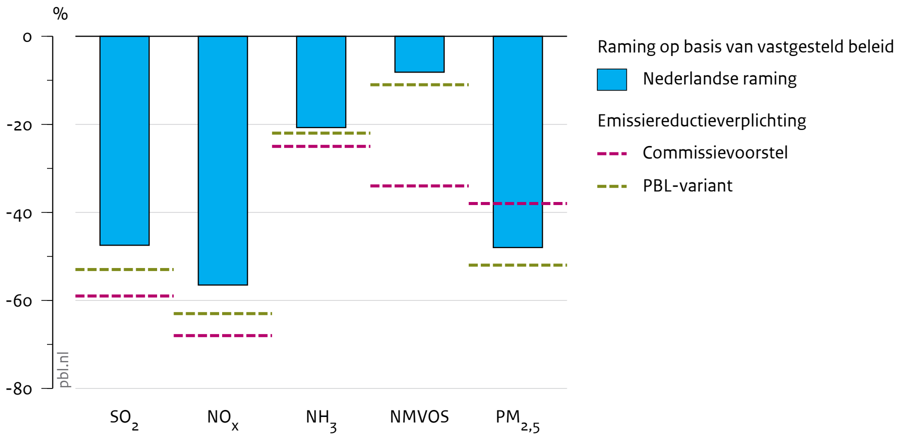
is afgeleid door het verschil te nemen tussen de door de Commissie opgestelde raming (voor 2030) en het emissieniveau dat Nederland (vanaf 2030) moet behalen volgens het Commissievoorstel. De extra beleidsopgave voor de PBL-variant heeft de Commissie berekend met het Europese GAINS-model (IIASA 2014a) en is uitgedrukt in absolute kilotonnen extra emissiereductie in 2030.

Voor fijnstof is voor de PBL-variant nog een aanvullende aanpassing doorgevoerd. De Commissie onderschat namelijk de kosten van extra fijnstofmaatregelen in Nederland. Volgens de Commissie kan Nederland nog 1,9 kiloton fijnstof reduceren voor 6 miljoen euro per jaar. Volgens het PBL en ECN kost deze reductie 195 miljoen euro per jaar. Vanwege deze onderschatting van de kosten voor fijnstof heeft het PBL de kosteneffectieve reductieopgave die de Commissie voor fijnstof beschouwt bijgesteld van 1,9 naar 0,8 kiloton in 2030). Deze extra emissiereductie van 0,8 kiloton is volgens het PBL en ECN te realiseren voor 13 miljoen euro per jaar. De resulterende verplichtingen volgens de PBL-variant zijn gegeven in tabel 5 en figuur 6.
Bij de samenstelling van de variant op het voorstel heeft het PBL de basisgedachte achter dit Commissievoorstel intact gelaten. Ook de PBL-variant is dus gericht op een optimalisatie van kosten en baten op Europese schaal, gegeven de door de Commissie gestelde ambitie voor vermindering van gezondheidsschade en de door de Commissie vermelde extra beleidsopgave. Het enige verschil tussen de PBL-variant en het Commissievoorstel is dat de reductieverplichtingen bij de PBL-variant in lijn zijn gebracht met de in Nederland gebruikte ramingen.

Maatschappelijke baten van de PBL-variant zijn een factor 8 hoger dan de kosten

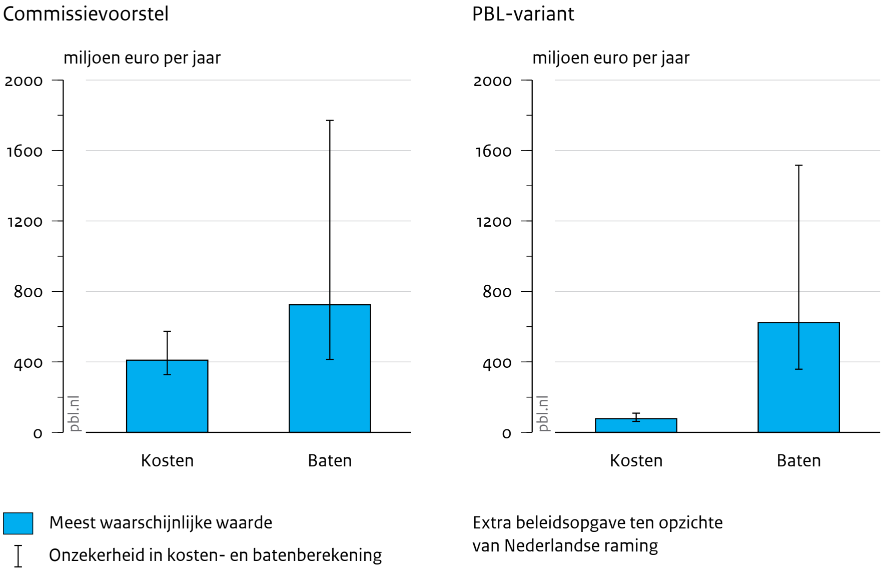
De jaarlijkse kosten voor de PBL-variant komen uit op 78 miljoen euro. Dit is 332 miljoen euro minder dan de kostenschatting van 410 miljoen voor het Commissievoorstel (figuur 7). Deze schatting komt daarmee beter overeen met de kostenschatting door de Commissie van 51 miljoen euro. Het resterende verschil tussen de 51 miljoen en de 78 miljoen wordt verklaard doordat de Commissie de kosten van maatregelen lager inschat dan dat het PBL en ECN dat doen.
De kostendaling van 332 miljoen euro per jaar wordt verklaard door 223 miljoen euro kostendaling voor reductie van stikstofoxiden, 63 miljoen voor reductie van niet-methaan vluchtige organische stoffen, 33 miljoen voor zwaveldioxidereductie, 27 miljoen voor ammoniakreductie, en een kostenstijging van 13 miljoen euro voor fijnstofreductie.
De gezondheidswinst bij doorvoering van de PBL-variant is ook iets minder dan bij doorvoering van het Commissievoorstel. De toename in levensverwachting voor het Commissievoorstel is geschat op 3,2 weken en voor de PBL-variant is dit 2,8 weken: een afname met 3 dagen oftewel 14 procent. De jaarlijkse baten volgens de PBL-variant komen met 623 miljoen euro ook 14 procent lager uit dan de 724 miljoen euro die het PBL berekent voor het Commissievoorstel. De daling met 14 procent in baten is relatief beperkt, afgezet tegen de daling in kosten met 81 procent. Dit opmerkelijke verschil wordt verklaard doordat de baten van verdergaande Europese emissiereducties voor Nederland in hoge mate door emissiereducties in het buitenland[1] worden bepaald, en deze zijn bij de doorrekening van

Figuur 6
Verandering van emissie van luchtverontreinigende stoffen, 2005 – 2030



Bron: PBL/ECN

Figuur 7
Kosten en baten voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

de PBL-variant niet gewijzigd. In de PBL-variant zijn uitsluitend de beleidsopgaven voor Nederland aangepast. Het kosten-batensaldo voor de PBL-variant bedraagt 545 miljoen euro, en komt daarmee 231 miljoen gunstiger uit dan het saldo voor het Commissievoorstel (zie figuur 7). De baten van 623 miljoen euro bij de PBL-variant worden voor 426 miljoen verklaard door een toename in de levensverwachting van Nederlanders, voor 113 miljoen door een verbeterde gezondheid (minder dagen met een verminderde activiteit), voor 40 miljoen door minder ziekteverzuim, voor 14 miljoen euro door minder gevallen van chronische bronchitis en voor 25 miljoen euro door een besparing op de beheer- en herstelkosten in Natura 2000-gebieden (en enkele kleinere posten).
Wanneer we naar de onzekerheden in de baten en kosten kijken voor de PBL-variant, dan zijn de baten in alle gevallen hoger dan de kosten, ook als de baten aan de onderkant en de kosten aan de bovenkant van de bandbreedte uitkomen (figuur 7).

De kosten van de PBL-variant op het Commissievoorstel bedragen in 2030 circa 0,01 procent van het bruto binnenlands product

De totale kosten voor de PBL-variant bedragen vanaf 2030 ongeveer 0,01 procent van het bbp. In de variant op het Commissievoorstel blijven de kosten voor de binnenvaart ongewijzigd met 2 procent van de bruto toegevoegde waarde. Van de overige sectoren komen alleen voor de raffinaderijen de kosten boven de 0,1 procent van de bruto toegevoegde waarde uit (ruim 0,25 procent). Ten opzichte van de kostenraming voor het Commissievoorstel dalen de kosten voor de energiesector, de melkveehouderij en de varkenshouderij. In het Commissievoorstel waren de kosten voor deze sectoren in vergelijking met de meeste andere sectoren relatief hoog, maar volgens de PBL-variant zijn er in deze sectoren geen maatregelen nodig. Merk daarbij op dat er in de melkvee- en varkenshouderij in het kader van de PAS wel maatregelen zijn voorgenomen om de emissies verder te reduceren.

Technische haalbaarheid van de PBL-variant op het Commissievoorstel

De reductieverplichtingen volgens de PBL-variant op het Commissievoorstel zijn technisch haalbaar

Wanneer we de voorgestelde emissiereductieverplichtingen voor 2030 corrigeren voor de verschillen in emissieramingen en de kosten van fijnstofmaatregelen (PBL-variant), dan vallen de beleidsopgaven voor zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak en niet-methaan vluchtige organische stoffen in 2030 een stuk lager uit dan in het Commissievoorstel. Uit de haalbaarheidsanalyse van de PBL-variant komt naar voren dat deze aangepaste reductieverplichtingen voor alle stoffen technisch te realiseren zijn (uitgaande van de middenraming), ook de reductieverplichting voor niet-methaan vluchtige organische stoffen.

Het voorgenomen ammoniakbeleid uit de PAS brengt de PBL-variant binnen bereik

Het ammoniakplafond volgens de PBL-variant bedraagt 112 kiloton, oftewel 5 kiloton meer dan het plafond volgens het Commissievoorstel. Gaan we dan uit van de in deze MKBA gebruikte middenraming (113 kiloton in 2030), en houden we rekening met het voorgenomen ammoniakbeleid uit de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) en de 'teruggaaf', dan zou de ammoniakemissie in 2030 uitkomen tussen de 109 en 103 kiloton. Het voorgenomen beleid uit de PAS is dan voldoende om aan de reductieverplichting volgens de PBL-variant te voldoen.

Gaan we uit van de hogere bovenraming die de PAS gebruikt (119 kiloton in 2030), dan zou de ammoniakuitstoot met het voorgenomen PAS-beleid en de 'teruggaaf' in 2030 uitkomen tussen de 109 (geen teruggaaf) en 115 kiloton (5,6 kiloton teruggaaf). Bij deze hogere bovenraming is het ammoniakplafond volgens de PBL-variant haalbaar met de PAS-maatregelen, maar alleen als de 'teruggaaf' beperkt wordt tot maximaal 3 kiloton.

Klimaat- en energiebeleid kan de beleidsopgave onder het Commissievoorstel en de PBL-variant verminderen

De beleidsopgave in 2030 onder het Commissievoorstel en de PBL-variant zijn in deze MKBA afgezet tegen de Nederlandse emissieraming die eind 2013 is vastgesteld (Velders et al. 2014) en die voor 2030 een beperkt pakket bevat aan klimaat- en energiemaatregelen. Zo bevat deze raming bijvoorbeeld een aandeel van circa 13 procent hernieuwbare energie in 2030. Uitgaande van het voorgestelde Europese beleidskader voor klimaat en energie in 2030 zal dit aandeel voor Nederland waarschijnlijk uitkomen boven de 20 procent. Uit een quickscan naar de neveneffecten van een dergelijk hoger aandeel hernieuwbare energie (+7 procent door vooral extra wind- en zonne-energie) volgt dat emissie-effecten vooral zijn te verwachten als gevolg van een lagere elektriciteitsproductie door gascentrales. Dit kan vervolgens resulteren in 5 kiloton minder stikstofoxidenemissies, met een bandbreedte van 0 tot 10 kiloton. De beleidsopgave voor stikstofoxiden onder het Commissievoorstel (42 kiloton) en die onder de PBL-variant (22 kiloton) kan door deze neveneffecten dus kleiner worden. De neveneffecten zijn echter onzeker omdat deze onder andere sterk afhangen van de uitwerking van het Europese beleidskader naar Nederlandse doelen, aannames rond het voortzetten van SDE+-subsidies, van het type hernieuwbare energie dat wordt toegepast, waar besparing plaatsvindt en welke fossiele brandstoffen daarmee worden vervangen, en of Nederland meer of minder elektriciteit gaat exporteren.

Conclusies

Bijstelling van de voorgestelde reductieverplichtingen is maatschappelijk de beste optie

Uit de studie komt naar voren dat het Commissievoorstel een aanzienlijke welvaartswinst oplevert voor de Nederlandse samenleving, maar dat deze wel substantieel lager kan uitvallen dan de Commissie heeft berekend. Bijstelling van de voorgestelde reductieverplichtingen is aan te bevelen.

Tabel 5

Emissiereductieverplichtingen voor 2030, relatief ten opzichte van 2005 volgens het Commissievoorstel, een Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing' en de PBL-variant op het voorstel

Stof	Emissiereductieverplichtingen 2005-2030 (%)		
	Commissievoorstel	Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing'	PBL-variant op het Commissievoorstel
SO_2	59	59	53
NO_x	68	68	63
NH_3	25	25	22
NMVOS	34	18	11
$PM_{2,5}$	38	38	52

Op basis van gedetailleerd onderzoek naar de onderbouwing van het Commissievoorstel concludeert het PBL dat de Commissie een aantal aannames heeft gedaan over historische emissiecijfers (2005) die afwijken van wat Nederland aan officiële Nederlandse emissiecijfers aan de Commissie heeft aangeleverd. Over de geregistreerde emissiecijfers voor 2005 zou er geen verschil van mening mogen bestaan tussen de Commissie en lidstaten. Bijstelling van die cijfers leidt voor alle stoffen tot een kleinere beleidsopgave voor Nederland.
Ook hanteert de Commissie een aantal uitgangspunten voor de ramingen (toekomstverwachtingen) die afwijken van wat het PBL en ECN in hun ramingen gebruiken. Zo verwacht de Commissie een hoger aandeel dieselauto's in het wagenpark in vergelijking met het PBL en ECN (met effect op stikstofoxiden en niet-methaan vluchtige organische stoffen). Hier houdt de Commissie geen rekening met het Nederlandse fiscale regime voor dieselauto's dat zorgt voor een relatief laag aandeel dieselauto's in vergelijking met benzineauto's. Verder schat de Commissie een lagere uitstoot in bij de binnenvaart in 2030 (met effect op stikstofoxiden). Hiervan heeft de Commissie inmiddels aangegeven dat de Nederlandse aannames voor de binnenvaart realistischer zijn. Bij niet-methaan vluchtige organische stoffen schat de Commissie een lagere groei in voor het gebruik van consumentenproducten die deze vluchtige stoffen bevatten, zoals deodoranten, tot 2030. Ook schat de Commissie een lagere groei in voor de emissies uit de op- en overslag van aardolie en chemische producten. Voor zwaveldioxide verwacht de Commissie in 2030 lagere emissies bij vooral raffinaderijen, omdat ze, anders dan het PBL en ECN doen in de nationale ramingen, niet uitgaat van een vast sectorplafond voor raffinaderijen (16 kiloton). Zonder vast sectorplafond en in combinatie met verwachtingen voor een dalende productie bij de raffinaderijen (Hekkenberg & Verdonk 2014) lijken de verwachtingen van de Commissie voor zwaveldioxide niet geheel onrealistisch. Als laatste schat de Commissie de kosten van extra maatregelen voor Nederland lager in dan het PBL en ECN dat doen.

Het PBL concludeert dat er een grote kans is dat de kosten van het Commissievoorstel voor Nederland aanzienlijk hoger kunnen uitvallen dan wat de Commissie bij de voorbereiding van de richtlijn – gegeven de gekozen ambitie voor vermindering van schade door luchtverontreiniging – als aanvaardbaar had berekend voor Nederland. Wanneer het kabinet in onderhandeling gaat met de Europese Commissie is het raadzaam om de voorgestelde emissiereductieverplichtingen voor Nederland (meer) in lijn te brengen met de Nederlandse gegevensbasis:

1. de Nederlandse historische emissiecijfers voor 2005 en 2010;
2. de Nederlandse emissieramingen tot 2030;
3. de Nederlandse cijfers voor de kosten van aanvullende luchtmaatregelen.

De door het PBL opgestelde variant op het Commissievoorstel geeft inzicht in de richting van mogelijke aanpassingen (tabel 5). Dit impliceert enige versoepeling van de voorgestelde reductieverplichtingen voor niet-methaan vluchtige organische stoffen, zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak en een aanscherping van de reductieverplichting voor fijnstof ($PM_{2,5}$).
Het PBL heeft, net als andere landen, afwijkingen (2005-cijfers, ramingen, kosten van maatregelen) in een bilaterale consultatie in 2014 aan de Commissie gemeld. Op basis hiervan is de Commissie de verschillen tussen de Europese en nationale cijferbasis nader in beeld aan het brengen. Deze informatie zal vervolgens in 2015 een rol spelen in de onderhandelingen over een definitieve richtlijn.

Noot

1 Het buitenland draagt onder het Commissievoorstel circa 70 procent bij aan de baten in Nederland, dit is 80 procent onder de PBL-variant.

VERDIEPING

Inleiding

1.1 Een nieuwe Europese strategie voor een schonere lucht

Op 18 december 2013 publiceerde de Europese Commissie een nieuwe Europese strategie voor een schonere lucht, met voorstellen voor nieuw beleid (EC 2013a). Deze strategie is gericht op een verdergaande vermindering van de Europese uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, op de middellange termijn (2030). De nieuwe strategie is een follow-up van de Thematische Strategie voor Luchtkwaliteit uit 2005. De strategie en maatregelen zijn ontwikkeld omdat meer dan 400.000 mensen in de EU vroegtijdig overlijden door een aan luchtverontreiniging gerelateerde ziekte, en dat bijna twee derde van de ecosystemen wordt blootgesteld aan overmatige stikstofdepositie. De economische gezondheidsschade wordt jaarlijks geschat op 330 tot 940 miljard euro, wat overeenkomt met 3 tot 9 procent van het Europese bbp.
Onderdeel van de nieuwe Europese strategie voor een schonere lucht (EC 2013a) is het voorstel van de Europese Commissie voor een 'richtlijn ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen'. Deze voorgestelde richtlijn vervangt de huidige Richtlijn nationale emissieplafonds (NEC) die voorziet in emissieplafonds die gelden vanaf 2010.

Naast dit voorstel doet de Commissie ook een aantal andere voorstellen voor bronbeleid die moeten bijdragen aan het realiseren van de reductiedoelstellingen uit het voorstel:

– een nieuwe richtlijn voor het verminderen van de uitstoot door middelgrote stookinstallaties;
– een nadere uitwerking van de Richtlijn Eco-design voor *nieuwe* kleinere installaties (onder andere huishoudelijke kachels);
– een aanscherping van de Richtlijn voor *nieuwe* niet voor de weg bestemde mobiele machines (onder andere binnenvaartschepen, machines voor wegwerkzaamheden) (NRMM)).

Daarnaast doet de Commissie een voorstel voor:

– het omzetten in Europees recht van het in 2012 door de EU geratificeerde Gothenburg Protocol van de UNECE Conventie aangaande grootschalige grensoverschrijdende luchtverontreiniging (CLRTAP);
– maatregelen waarmee de bestaande luchtkwaliteitsnormen voor 2020 gehaald kunnen worden; het voorstel bevat ondersteunende maatregelen voor het verbeteren van de luchtkwaliteit in steden, voor onderzoek en innovatie, en het bevorderen van internationale samenwerking.

1.2 Voorstellen voor nieuwe nationale emissiedoelen voor 2020, 2025 en 2030

Het voorstel beoogt de huidige richtlijn Nationale Emissieplafonds (NEC Richtlijn 2001/81/EG) te vervangen. Wel worden de vigerende nationale emissieplafonds voor 2010, voor de stoffen zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en ammoniak (NH_3) overgenomen en blijven die van kracht tot 2020. In het voorstel wordt het aantal stoffen ten opzichte van de NEC-richtlijn uit 2001 uitgebreid met fijnstof ($PM_{2,5}$) en methaan (CH_4). De reductieverplichtingen voor fijnstof hebben betrekking op de directe emissies bij de bron van stofdeeltjes kleiner dan 2,5 micrometer. Deze stoffractie wordt aangeduid als $PM_{2,5}$. Voor 2020 komen de nieuwe doelstellingen, zoals hierboven aangegeven, uit het in 2012 herziene Gothenburg Protocol, behorende bij de UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Die 2020-doelstellingen zijn haalbaar met het huidige beleid. De Commissie sluit zich hierbij aan uit de praktische overweging dat de periode tot 2020 te kort is voor het implementeren van extra luchtbeleid.
Het Commissievoorstel heeft voor 2030 een andere insteek en gaat verder dan het bestaande beleid. Het voorstel van de Commissie gaat uit van een vermindering

van gezondheids- en natuurschade door het grotendeels benutten van de beschikbare technische bestrijdingsopties per lidstaat tot en met 2030. Voor de EU als geheel bevat het Commissievoorstel nu een maatregelenpakket waarmee 67 procent van de maximaal (met technische maatregelen) te behalen gezondheidswinst in 2030 kan worden verzilverd. Daarbij streeft de Commissie naar kosteneffectieve oplossingen voor Europa als geheel. Kosten en baten worden dus benaderd uit het perspectief van de Europeaan. Dit betekent dat aanvullende emissiereducties daar worden gerealiseerd waar dit per bestede euro de meeste gezondheidswinst voor Europese burgers oplevert.
Het voorstel is verder uitgewerkt naar nationale emissiedoelen in de vorm van relatieve emissiereductieverplichtingen in 2030 ten opzichte van 2005. Voor 2025 bevat de richtlijn doelstellingen die het midden houden tussen de emissieniveaus die worden bereikt in 2020 en de doelstellingen voor 2030.
Het argument voor deze relatieve doelstellingen is dat de toekomstige beleidsopgave van een land (in 2030) dan omhoog of omlaag meebeweegt met de mogelijke aanpassingen in de emissie-inventarisatie van het basisjaar 2005. De ervaringen uit het verleden leren dat dit soort veranderingen vaker voorkomen wanneer er bijvoorbeeld nieuwe inzichten zijn rond emissiefactoren of nieuwe bronnen. Het systeem van relatieve doelen maakt daardoor de toekomstige beleidsopgave robuuster.

1.3 Een nationale kosten-batenanalyse van de nieuwe nationale emissiedoelen als second opinion

Om het Nederlandse standpunt over de hoogte van de Nederlandse emissiereductieverplichtingen te helpen bepalen, heeft het Interbestuurlijk Dossier Team Emissieplafonds (IBDT) aan het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) gevraagd om een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uit te voeren van het op 18 december 2013 gepubliceerde voorstel van de Europese Commissie ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen. Het PBL heeft daarbij samengewerkt met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). In het IBDT zijn de ministeries van Infrastructuur en Milieu (IenM), Economische zaken (EZ), Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties (BZK) en Financiën vertegenwoordigd, alsook de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en het Interprovinciaal Overleg (IPO).
Aan het PBL is gevraagd om inzicht te geven in:

- de maatschappelijke kosten en baten van het voorstel, met expliciete aandacht voor de kwantificering van de (fysieke) effecten van luchtvervuiling op de menselijke gezondheid en de natuurkwaliteit in Nederland;
- de technische haalbaarheid van de beleidsopgaven uit het voorstel voor Nederland.

Deze Nederlandse MKBA van het voorstel kan worden beschouwd als een op Nederland toegespitste *second opinion* op de door de Europese Commissie uitgevoerde Europese MKBA of het 'Europese impact assessment' (EC 2013b). Hierbij geeft het PBL ook een beoordeling van de gebruikte uitgangspunten van de Commissie en doet het suggesties voor een optimaler voorstel voor Nederland.
De gevolgde methodiek in de Nederlandse en Europese MKBA is op hoofdlijnen vergelijkbaar. Echter, er zijn wel grote verschillen in de gebruikte basisgegevens. Zo gebruiken we hier gedetailleerde Nederlandse informatie over de verwachte toekomstige ontwikkeling van emissies in sectoren en bij Nederlandse bedrijven, daar waar de Commissie gebruikmaakt van Europese emissieramingen (voor Nederland) die hier duidelijk van afwijken. Ook gebruiken we Nederlandse informatie over het effect en de kosten van bestrijdingsopties, daar waar de Europese Commissie gebruikmaakt van meer generieke informatie. Deze verschillen in emissieramingen en technische opties beïnvloeden in hoge mate de uitkomst van de MKBA voor Nederland. Daarnaast bevat de Nederlandse MKBA meer ruimtelijke details in emissies en verspreidingsberekeningen. Ook worden andere verspreidingsmodellen toegepast. In de Nederlandse MKBA gebruiken we de modellen die ook de basis vormen voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) en het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). De Nederlandse MKBA laat zien wat de gevolgen zijn voor begrote kosten en baten als er volledig wordt aangesloten bij de Nederlandse basisgegevens en modellen, geeft inzicht in de omvang en daarmee het belang van deze verschillen. In de studie is onderzocht waar de verschillen in gebruikte basisgegevens door worden veroorzaakt, en hoe deze moeten beoordeeld. Het maakt namelijk uit of het gaat om verschillende aannames over projecties of om verschillen in gebruikte basisgegevens voor historische jaren. Voor historische jaren kan er geen verschil van inzicht bestaan, omdat Nederland zijn geregistreerde cijfers aan de Commissie rapporteert. Als de Commissie andere cijfers gebruikt dan Nederland heeft aangeleverd, is dit te beoordelen als onjuist. Voor toekomstige jaren is er wel een verschil van inzicht mogelijk omdat het gaat om verwachtingen. Het gaat dan om een meest waarschijnlijke inschatting van toekomstige ontwikkelingen tot 2030 en daarover kunnen instanties in principe van mening verschillen.

In lijn met de Europese MKBA kijken we in de Nederlandse MKBA alleen naar de *technische* mogelijkheden die er zijn om emissies verder te reduceren. Hierbij gaat het om milieutechnieken die specifiek worden ingezet met het doel om de uitstoot van de genoemde luchtverontreinigende stoffen te verminderen. Het betreft vooral nageschakelde gasreinigingtechnieken. Gedragsmaatregelen die direct aangrijpen op de omvang van economische activiteiten in Nederland, zoals op de omvang van de mobiliteit en van de veestapel, zijn in deze studie niet geanalyseerd. Ook klimaat- en energiemaatregelen die verder gaan dan de SER-akkoordafspraken, zijn in deze studie niet meegenomen.
In deze MKBA is de door de Europese Commissie voorgestelde emissiereductieverplichting van methaan (CH_4) niet meegenomen. Emissiereductie van methaan wordt ook al voorzien in de internationale klimaatafspraken. Gegeven de beschikbare doorlooptijd is besloten om deze stof buiten deze MKBA te houden. Deze MKBA richt zich dus op de stoffen SO_2, NO_x, NMVOS, NH_3 en $PM_{2,5}$.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 beschrijven we de methodologie voor de MKBA. Hoofdstuk 3 biedt informatie over de achtergronden, uitgangspunten en de relatieve emissiereductieverplichtingen zoals deze zijn opgenomen in het voorliggende Commissievoorstel. In dit hoofdstuk laten we ook zien welke gevolgen het voorstel heeft voor de emissiereductieopgave (beleidsopgave) in Nederland. Ook vergelijken we in dit hoofdstuk de Europese gegevensbasis, die de Europese Commissie heeft gebruikt bij de afleiding van verplichtingen, met de Nederlandse cijferbasis. Daarbij plaatsen we enkele kritische kanttekeningen bij deze Europese gegevensbasis. We introduceren hier ook een variant op het voorstel die het PBL heeft opgesteld en waarmee de kritische kanttekeningen bij het voorstel worden ondervangen. In hoofdstuk 4 gaan we in op de technische haalbaarheid en de kosten van het Commissievoorstel en de PBL-variant op dit voorstel. We bespreken daarbij ook de technische mogelijkheden voor een verdergaande emissievermindering tot 2030. In hoofdstuk 5 bespreken we de baten van het Commissievoorstel en van de opgestelde PBL-variant. In hoofdstuk 6 staat de hoofdvraag van deze studie centraal en wegen we de kosten af tegen de baten. Hier presenteren we de kosten-batenoverzichten voor het Commissievoorstel en voor de PBL-variant. We eindigen dit hoofdstuk met een algemene conclusie waarbij we ons de vraag stellen hoe het Commissievoorstel kan worden verbeterd.

Methodologie

2.1 Aanpak kosten-batenanalyse op hoofdlijnen

De nationale kosten-batenanalyse (KBA) in deze studie volgt een aantal stappen. In de KBA beoordelen we het door de Commissie op 18 december 2013 gepubliceerde voorstel. Daarbij proberen we een beeld te geven van de relevante effecten van het voorstel en de welvaartseconomische gevolgen daarvan. Effecten zijn de verschillen tussen een wereld waarin het voorstel wel is uitgevoerd en een wereld waarin dit niet het geval is. Die laatste wordt het nulalternatief genoemd. Het nulalternatief heeft de functie van ijkpunt waartegen het voorstel wordt afgezet.

2.1.1 De beleidsalternatieven

In deze studie beoordelen we het Commissievoorstel en vergelijken we in beginsel twee beleidsalternatieven met elkaar: 'het nulalternatief' en 'het Commissievoorstel'. Omdat de Commissie echter een aantal aannames heeft gedaan over historische emissiecijfers en ramingen die het PBL ter discussie stelt, heeft het PBL besloten om daarnaast een variant op het Commissievoorstel op te stellen en mee te nemen in de analyse. Dit beleidsalternatief wordt aangeduid als 'PBL-variant op het voorstel'. Tot slot is ook in beeld gebracht in hoeverre de schade door luchtverontreiniging beperkt kan worden, mochten alle door het PBL geïnventariseerde technische maatregelen worden ingezet in 2025 en 2030 ongeacht de kosten. Dit beleidsalternatief duiden we aan als 'het technisch potentieel'. Bij alle beleidsalternatieven wordt rekening gehouden met de tijd die nodig is om een technische maatregel in te voeren. Hierna spitsen we de verdere toelichting toe op het zichtjaar 2030 maar eenzelfde werkwijze is gevolgd voor het zichtjaar 2025. Dit betekent dat we vier beleidsalternatieven onderscheiden in deze studie:

1. Het *nulalternatief* geeft de verwachte situatie (emissies, concentraties en schade) weer zoals die zich in 2030 zou voordoen bij doorvoering van het bestaand beleid als het voorstel niet wordt doorgevoerd . Dit nulalternatief wordt in deze studie ook wel aangeduid als de *raming*. Hiervoor gebruiken we de door PBL en het Energieonderzoekscentrum Nederland (ECN) opgestelde Nederlandse referentieraming met vaststaand beleid, die begin 2014 is geactualiseerd in de jaarlijkse GCN-rapportage (Velders et al. 2014).
2. Het *Commissievoorstel* geeft de situatie in 2030 weer als de emissiereductieverplichtingen uit het Commissie-voorstel worden doorgevoerd.
3. De *PBL-variant op het voorstel* geeft de situatie in 2030 weer als de emissies worden gereduceerd volgens de PBL-variant.
4. Het *technisch potentieel* geeft de situatie in 2030 weer als alle technische maatregelen voor vermindering van luchtverontreiniging worden ingezet.

Hierna staan we nader stil bij de eerste drie beleids-alternatieven waar de KBA vooral op is toegespitst. Het technisch potentieel is bedoeld om de grenzen aan te geven tot hoe ver de techniek in 2030 kan komen als het gaat om gezondheids- en natuurbescherming.

2.1.2 Het nulalternatief: de raming

De Nederlandse referentieraming van Velders et al. (2014) geeft een beeld van de verwachte ontwikkeling in emissies tot 2020, met een doorkijk naar 2030, en is inclusief de effecten van het vastgestelde SER-energieakkoord, maar exclusief effecten van voorgenomen beleid zoals de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS).
Op één punt wijkt de 'raming' in deze KBA af van de 'referentieraming' volgens Velders et al. (2014). Het betreft de in Europa voorgenomen aanscherping van de testprocedure voor personenauto's (*Real Driving Emissions-*

Emissiereducties in andere landen

Het Commissievoorstel betreft een Europese afspraak. Daarom houden we bij de effect- en schadeberekeningen (en batenberekening) ook rekening met de voordelen die extra buitenlandse emissiereducties hebben voor de Nederlandse luchtkwaliteit. Voor andere landen zijn de geanalyseerde extra reductieopgaven – volgens het Commissievoorstel en volgens de PBL-variant – precies gelijkgesteld aan wat de Commissie als kosteneffectief beschouwt voor andere landen. Deze extra reductieopgaven in andere landen zijn berekend als het verschil tussen de Europese Commissie-ramingen en de door de Commissie voorgestelde verplichtingen. De reductieopgave volgens het technisch potentieel is afgeleid als het verschil tussen de Europese Commissie-ramingen en het door de door de Commissie afgeleide 'technisch potentieel'-alternatief (Maximum Technical Feasible Reduction MTFR).

Daarbij valt het natuurlijk niet uit te sluiten dat ook voor een of meer van deze andere EU-landen de Europese ramingen kunnen afwijken, en de emissiereductieopgaven anders kunnen uitpakken dan wat de Commissie inschat. Hier is echter nog niets in detail over bekend maar ook dit soort verschillen voor andere landen heeft natuurlijk invloed op de uiteindelijke baten van het Commissievoorstel in Nederland.

De emissiecijfers voor andere landen zijn overgenomen uit het GAINS-model van IIASA. De gebruikte emissies voor andere landen voor het nulalternatief zijn volgens het 'PRIMES 2013 REF-CLE'-scenario uit het document *The Final Policy Scenarios of the Clean Air Policy Package* (IIASA 2014). Emissies voor andere landen voor het 'Çommissievoorstel' en de 'PBL-variant' komen overeen met scenario 'B7 2030-Commission Proposal'. Het 'technisch potentieel' komt overeen met 'Primes 2013 REF-MFR 2030'(IIASA 2014).

regelgeving). Deze maximeert de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) door dieselpersonen- en bestelauto's onder praktijkomstandigheden. In deze studie hebben we deze voorgenomen RDE-regelgeving verwerkt in de raming terwijl dit in de 'referentieraming' van Velders et al. nog niet is gedaan. Dit betekent dat de NO_x-emissie volgens de 'referentieraming' van Velders et al. wat hoger uitkomt dan die in deze studie. Deze aanpassing hebben we doorgevoerd om een betere vergelijking te kunnen maken met de resultaten van de Europese KBA-studie. De Nederlandse referentieraming wordt in Nederland als referentiepunt gebruikt voor verschillende luchtkwaliteit gerelateerde beleidsdossiers (PAS, NSL). In dit rapport wordt de referentieraming ook wel aangeduid als de 'nationale PBL-ECN-emissieraming', waarmee we het verschil willen benadrukken met een soortgelijke 'Europese emissieraming' voor Nederland die door de Europese Commissie is opgesteld. Voor alle stoffen blijkt dat de emissies tussen 2005 en 2030 in de PBL-ECN-raming een dalende trend laten zien.

We kennen de toekomstige ontwikkelingen niet, hetgeen betekent dat emissieramingen tot 2030 per definitie met onzekerheden zijn omgeven. Deze onzekerheid is afhankelijk van de doorwerking van beleid, maar ook van autonome maatschappelijke en economische ontwikkelingen. Een belangrijke bron van onzekerheid in de nationale PBL-ECN-raming is de toekomstige economische groei. Bij de kosten-en-batenberekeningen gaan we uit van een invulling van het nulalternatief conform de middenraming uit Velders et al. (zie hierna). Bij het onderzoek naar de technische haalbaarheid van het Commissievoorstel gaan we dieper in op de onzekerheden en schenken we expliciet aandacht aan de vraag wat de onzekerheden in economische groei betekenen voor de haalbaarheid van het voorstel.

In de rapportage van Velders et al. zijn drie ramingen gepresenteerd. De middenraming (referentieraming) geeft de trendmatige emissie-ontwikkeling tot 2030 bij vastgesteld beleid. Daarnaast wordt ook een bovenraming (BR) en een onderraming (OR) gemaakt, met als verschil dat er een hogere en lagere groei is verondersteld dan in de middenraming. De middenraming gaat uit van een economische groei van 1,7 procent per jaar voor de periode 2013 tot en met 2020. De spreiding naar boven en beneden ten opzichte van deze middenraming bedraagt plus en min 0,75 procent groei per jaar. In de bovenraming wordt dus uitgegaan van een groei van 2,5 procent per jaar en in de onderraming van een groei van 0,9 procent per jaar.

2.1.3 Het Commissievoorstel

Het Commissievoorstel ofwel projectalternatief beschrijft waar de emissies van luchtverontreinigende stoffen in 2030 op uit dienen te komen. Het emissieniveau in 2030 is in het Commissievoorstel eenduidig gedefinieerd. Deze kan worden berekend door de voorgestelde procentuele emissiereductieverplichtingen voor 2020, 2025 en 2030 toe te passen op de meest actuele emissies voor Nederland voor 2005 volgens de Emissieregistratie. De aldus berekende emissieniveaus kunnen worden geïnterpreteerd als voorgestelde 'emissieplafonds' voor Nederland in 2030.

2.1.4 PBL-variant op het Commissievoorstel

Om de PBL-variant te kunnen begrijpen is het belangrijk om meer te weten over de totstandkoming van het Commissievoorstel. De Commissie heeft daarbij twee stappen gezet. Eerst heeft de Commissie zelf een Europese emissieraming opgesteld met bestaand beleid. Vervolgens is, op basis van een kosten-batenafweging, beoordeeld welke extra emissiereducties nog gerealiseerd kunnen worden in 2030 in de verschillende lidstaten. De voorgestelde reductieverplichting 2005-2030 is vervolgens per lidstaat afgeleid als een optelsom van deze beide bouwstenen:

1. Europese raming 2005-2030; en
2. extra te realiseren emissiereductie in 2030 (extra reductieopgave 2030).

De PBL-variant is opgesteld om te laten zien hoe het voorstel er bij benadering voor Nederland zou hebben uitgezien als de Commissie was uitgegaan van de Nederlandse inzichten over historische emissiecijfers en ramingen. In dat geval zou bouwsteen 1 veranderen terwijl bouwsteen 2 onveranderd blijft.
De reductieverplichtingen voor deze PBL-variant hebben we dus afgeleid door de emissieontwikkeling volgens de Nederlandse PBL-ECN-raming (bouwsteen 1) te combineren met de extra reductieopgave zoals de Commissie deze voor Nederland heeft berekend (bouwsteen 2). Door dit zo te doen corrigeren we de voorgestelde reductieverplichtingen voor het verschil tussen de Nederlandse en Europese ramingen waarbij we de extra reductieopgave in 2030 zoals de Commissie deze heeft berekend verder niet veranderen. Dit met één uitzondering en dat is voor fijnstof ($PM_{2,5}$). Omdat de Commissie de kosten van fijnstofmaatregelen veel lager heeft ingeschat dan PBL-ECN dat doet, hebben we de extra reductieopgave die de Commissie voor Nederland beschouwt met de helft naar beneden bijgesteld (zie paragraaf 3.2 voor een uitgebreidere toelichting onder het kopje 'Aanleiding voor een 'PBL-variant op het Commissievoorstel'). Met deze aanpak hebben we een set reductieverplichtingen opgesteld die in lijn ligt met Nederlandse emissieramingen (en Nederlandse inzichten in fijnstofopties), en daarnaast recht doet aan de extra emissiereductieopgave zoals de Commissie deze heeft afgeleid voor Nederland.

De extra reductieopgave in 2030 heeft de Commissie laten berekenen met het GAINS-model. Het model heeft daarbij extra bestrijdingsopties in landen geselecteerd waarmee de door de Commissie beoogde langetermijnambities voor vermindering van gezondheids- en natuurschade gehaald worden tegen de laagste kosten voor Europa. Hoewel het PBL vraagtekens zet bij de door de Commissie gebruikte raming, geeft de door de Commissie berekende extra emissiereductieopgave in 2030 een goed beeld van de emissiereductieopgave die voor Nederland kosteneffectief is om extra te realiseren.

2.2 Aanpak kostenberekening (economische effecten)

We hebben de jaarlijkse kosten geschat van de extra luchtmaatregelen die nodig zijn om de reductieverplichtingen in 2030 te halen. Hierbij volgen we een aantal stappen. Eerst bepalen we de beleidsopgave voor het Commissievoorstel (en de PBL-variant).
Deze beleidsopgave (emissiereductieopgaven voor verschillende stoffen) kwantificeren we als het verschil tussen de verwachte toekomstige emissieniveaus volgens de raming en die van het Commissievoorstel (of PBL-variant) (in kiloton). In deze studie onderzoeken we vervolgens met welke technische maatregelen deze emissiereductieopgave tegen de laagste kosten kunnen worden gerealiseerd. Voor dit kosteneffectieve maatregelenpakket hebben we de jaarlijkse kosten bepaald. Daarbij moet worden aangetekend dat er allerlei redenen kunnen zijn, zoals een evenwichtige verdeling van kosten over sectoren of aanpalend beleid, om af te wijken van deze kostenoptimale oplossing.
De daadwerkelijke kosten van het voorstel voor de maatschappij kunnen dus in de praktijk hoger uitvallen dan hier gegeven.

De benodigde extra maatregelen zijn geselecteerd uit de door ECN en PBL beheerde database met technische bestrijdingsopties, beter bekend als 'het optiedocument' of 'Option Portfolio for Emission Reduction Assessment' (Opera).[1] Opera bevat een groot aantal typische opties per stof en sector die een goed beeld geven van de reductiemogelijkheden en kosten in Nederland. Een dergelijke inventarisatie kan geen volledig overzicht zijn van alle mogelijke reductieopties; er zijn misschien ook nog andere technische opties of gedragsopties mogelijk waardoor het totale reductiepotentieel groter zou kunnen uitvallen.
De kosten van de geïnventariseerde opties zijn berekend uit het perspectief van de nationale overheid (nationale kosten). De nationale kosten vormen een indicatie van de maatschappelijke kosten van maatregelen en worden gebruikt bij kosten-batenanalyses. Voor milieu-investeringen gebruiken we hier een disconteringsvoet van 4 procent (Romijn & Renes 2013). Opbrengsten vanuit bespaarde energie of toename in kosten als gevolge van extra verbruik van energie worden berekend met internationale handelsprijzen van energie.
Bemerk dat de nationale kosten van maatregelen afwijken van de eindverbruikerskosten voor bedrijven. De disconteringsvoet varieert dan afhankelijk van de

Macro-economische analyse van kosten luchtbeleid
In dit rapport analyseert het PBL met welke maatregelen de voorgestelde emissiereductieverplichtingen, tegen de laagste kosten kunnen worden gerealiseerd. Dit wordt aangeduid als de kosteneffectieve emissiereductie. Daarbij kijken we naar de directe kosten van maatregelen. De directe kosten van deze maatregelen bestaan uit de middelen die nodig zijn om deze maatregelen te effectueren en in stand te houden. Bij deze analyse kijken we verder niet naar de economische doorwerking van deze kosten oftewel de manier waarop deze kosten de productie en consumptie beïnvloeden.

Rekening houden met economische doorwerking bij bepalen van kosten
In werkelijkheid zullen de directe kosten van maatregelen leiden tot veranderingen in productie en consumptie. Dit heeft gevolgen voor de verdeling van de kosten en is vooral relevant voor de welvaartseffecten in Nederland als dit leidt tot veranderingen in import of export. Wanneer bijvoorbeeld een staalproducent in Nederland als gevolg van het beleid maatregelen moet nemen, nemen de productiekosten daardoor toe. Stel dat staalproducenten in Duitsland geen maatregelen hoeven te nemen, dan betekent dit dat Duits staal ten opzichte van in Nederland geproduceerd staal, goedkoper wordt. De concurrentiepositie van de Nederlandse staalproducent verslechtert ten opzichte van de Duitse, met als mogelijk gevolg dat het marktaandeel van Nederland afneemt ten gunste van dat van Duitsland. De afname van de productie in Nederland betekent een extra welvaartsverlies voor Nederland, boven op de directe kosten van de maatregelen. Hogere productiekosten van staal kunnen ook afnemers aanzetten tot het zoeken naar manieren om hun staalbehoefte te verminderen bijvoorbeeld door alternatieven voor staal te gaan gebruiken. Het kan ook zo zijn dat de staalproductie in Nederland zo concurrerend is dat de hogere productiekosten kunnen worden doorberekend aan afnemers in het buitenland. In dat geval kunnen de kosten voor emissiereductie in Nederland voor een deel worden afgewenteld op het buitenland wat ook gevolgen heeft voor de welvaartseffecten in Nederland.

Economische doorwerking zorgt voor herverdeling van negatieve effecten
Het hierboven beschreven voorbeeld laat zien dat een toename in de productiekosten in één sector kan leiden tot veranderingen op andere markten. Deze doorwerking van effecten op één markt naar andere markten in de economie wordt ‘indirecte effecten’ genoemd. In veel gevallen zijn indirecte effecten geen additionele welvaartseffecten, maar leiden ze tot een herverdeling van de initiële welvaartseffecten. In sommige gevallen hebben indirecte effecten mogelijk wel een additioneel welvaartseffect voor Nederland waar in de analyse mee rekening gehouden zou moeten worden , bijvoorbeeld wanneer indirecte effecten in het buitenland optreden.

Modelberekening indirecte effecten
Gezien de doorwerking van maatregelen op vele verschillende markten die aan elkaar zijn gerelateerd is het in beeld brengen van de indirecte effecten een complexe opgave. Een analyse met een algemeen-evenwichtsmodel is een geschikt instrument om de effecten van een maatregel op de hele structuur van de economie te analyseren, rekening houdend met de interacties van verschillende markten en effecten op internationale handel. Dergelijke modellen maken het ook mogelijk te analyseren wat de uiteindelijke welvaartseffecten zijn van beleid, dat wil zeggen de waarde van de verandering in het nut dat consumenten ontlenen aan consumptie, na alle veranderingen die in de verschillende markten optreden. Een veelgebruikte maat is de *hicksian equivalent variation* die meet welk inkomensverlies in de situatie zonder additioneel beleid gelijk (equivalent) is aan het welvaartsverlies als gevolg van het introduceren van de maatregelen. Andere maten die worden gebruikt als indicator voor de welvaartseffecten zijn verandering in bbp (als maat voor economische activiteit), verandering in inkomen en verandering in consumptie.
De toepassing van dergelijke modellen is echter vaak tijdrovend en kostbaar. In het kader van de Impact Assessment heeft de Europese Commissie berekeningen laten uitvoeren met het algemeen evenwichtsmodel GEM-E3 om de macro-economische impact te analyseren van de kosten om emissies van luchtvervuilende emissies terug te dringen (EC 2013b). Op basis van deze berekeningen rapporteert de Impact Assessment voor de EU28 veranderingen in bbp en totale consumptie, productievolume en werkgelegenheid voor afzonderlijke sectoren, en import en export onder verschillende beleidsscenario’s als indicatoren voor de economische welvaartseffecten (anders dan de externe welvaarteffecten of milieueffecten die apart in beeld worden gebracht). Uit deze analyses blijkt dat deze economische effecten in relatieve zin beperkt zijn (de grootste effecten die zijn berekend bedragen enkele tienden van procenten). In het bijzonder de landbouwsector lijkt op

het niveau van de EU28 nadelige gevolgen te ondervinden van de aangescherpte reductiedoelen voor NH_3. Bovendien zijn de uitkomsten van de berekeningen gebaseerd op de kosten van maatregelen zoals die zijn berekend met het GAINS-model. Voor Nederland wijken deze af van de kosten zoals die door PBL worden ingeschat. Daarom zullen vergelijkbare analyses van macro-economische gevolgen door het PBL worden uitgevoerd met het algemeen evenwichtsmodel WorldScan. Daarbij zal rekening worden gehouden met specifieke omstandigheden van Nederland en zullen ook effecten voor de Nederlandse economie worden gerapporteerd. Daarbij worden zowel het *overall* welvaartseffect voor Nederland bepaald, alsook de effecten voor afzonderlijke sectoren in termen van productie en werkgelegenheid.

Tabel 2.1
Relatie tussen emissies en milieueffecten

Emissies	Gezondheid en fijnstof	Gezondheid en ozon	Natuur en vermesting	Natuur en verzuring	Landbouw (ozon)	Gebouwen (zuur)
SO_2	*			*		*
NO_x	*	*	*	*	*	*
NH_3	*		*	*		*
NMVOS	*[1]	*			*	
$PM_{2,5}$	*					

1 NMVOS resulteert ook in secundaire organische aerosolen, maar deze zijn in de berekeningen niet meegenomen. De kennis is nog onvoldoende om dit effect te berekenen.

kosten van kapitaal voor de sector. In dit geval worden rentevoeten gebruikt die variëren met de sector bijvoorbeeld 10 procent voor het bedrijfsleven. Eindgebruikerskosten worden in dit rapport niet gebruikt.
In deze nationale KBA hebben we de directe kosten van maatregelen berekend. Uit eerdere nationale en Europese luchtstudies blijkt dat deze directe kosten van luchtmaatregelen een goede benadering geven van de totale maatschappelijke kosten (CE 2008). Hoe deze kosten macro-economisch precies doorwerken hebben we in deze studie, gegeven de beperkte beschikbare doorlooptijd, nog niet kunnen onderzoeken (zie tekstkader 'Macro-economische analyse van kosten luchtbeleid').

2.3 Aanpak batenberekening (externe effecten)

Om de baten van het voorstel (PBL-variant) te kunnen bepalen berekenen we eerst de schade voor de verschillende beleidsalternatieven in het zichtjaar 2030. Deze schade door luchtverontreiniging is bepaald met de zogenoemde Impact Path Approach. Hierbij volgen we de hele weg van emissiebron via dispersie van de stof in de lucht naar concentratie en depositie, en van concentratie en depositie via dosis-effectrelaties naar de fysieke effecten op gezondheid en natuur. Met fysieke effecten wordt de werkelijke schade voor mens en milieu bedoeld als gevolg van luchtverontreiniging zoals vroegtijdig overlijden, ziekte, en het verlies aan soorten in de natuurgebieden. Tot slot is aan deze negatieve fysieke effecten een waarde in euro's toegekend.
Met deze aanpak is de schade berekend voor het 'nulalternatief' (niets extra's doen), het 'Commissievoorstel', de 'PBL-variant op het voorstel' en het 'technisch potentieel'. De baten van het Commissievoorstel (PBL-variant) zijn berekend door het verschil te nemen tussen de berekende schade in het 'nulalternatief' en het Commissievoorstel (PBL-variant).
Het Commissievoorstel voor emissiereducties betreft de hele EU-regio en dus alle EU-lidstaten. Dit betekent dat Nederland met dit Europese voorstel niet alleen profiteert van emissiereducties in eigen land maar ook van emissiereducties in de andere EU-landen. In deze studie berekenen we dus de baten die Nederland ondervindt van extra emissiereducties in eigen land en in andere EU-landen, en vergelijken deze met de kosten die Nederland moet maken. Kortom, we kijken naar de kosten en baten op Nederlands grondgebied. Kijken we naar het buitenland dan zijn emissiereducties in dichterbij gelegen buurlanden (Duitsland, België, Frankrijk en Verenigd Koninkrijk) het meest bepalend voor de luchtkwaliteit in Nederland.

2.3.1 Bepaling van externe fysieke effecten

Luchtverontreiniging heeft ongewenste effecten op de menselijke gezondheid, natuurlijke ecosystemen,

Fijnstof in de lucht wordt bepaald door de emissies van vijf stoffen
De fijnstofconcentratie in de lucht wordt bepaald door de emissies van vijf stoffen: $PM_{2,5}$, NH_3, SO_2, NO_x en NMVOS. Dit betekent dat er ook veel verschillende emissiebronnen en sectoren zijn die bijdragen aan de concentratie $PM_{2,5}$ in de lucht. $PM_{2,5}$ is de fijnere fractie van fijnstof. Hoe fijner de deeltjes hoe verder deze doordringen in de luchtweg.
Als we spreken over de emissie van $PM_{2,5}$, dan hebben we het over de fijnstofdeeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer die *direct als vaste stof* bij de emissiebron worden uitgestoten. Dit stof wordt aangeduid als primair fijnstof. Daarnaast dragen de emissies van de gassen SO_2, NO_x en NH_3 bij aan de concentratie fijnstof in de lucht. Deze drie gassen reageren met elkaar in de atmosfeer waarbij zich nitraat- en sulfaatdeeltjes vormen. Deze nitraat- en sulfaatdeeltjes, ook wel aangeduid als secundair gevormd anorganische aerosol (SIA), dragen in belangrijke mate (70 procent in 2030 volgens het nulalternatief) bij aan de blootstelling van Nederlanders aan $PM_{2,5}$ in de lucht. In de Europese KBA veronderstelt de Commissie, op aanwijzing van de WHO, dat alle deeltjes (primair en secundair) even toxisch zijn voor de menselijke gezondheid. Onder deze aanname dragen dus de nitraat- en sulfaatdeeltjes in belangrijke mate bij aan de gezondheidseffecten. Naast SO_2, NO_x en NH_3 draagt ook de uitstoot van NMVOS bij aan de secundaire vorming van fijnstofdeeltjes in de lucht. Hier gaat het om secundair gevormd organisch aerosol (SOA). De bijdrage van dit SOA aan de fijnstofconcentraties bedraagt volgens metingen ongeveer 20 procent, maar kan in Nederlandse luchtmodellen nog niet worden meegenomen. Het gezondheidseffect van de reductie van vluchtige organische stoffen (via minder SOA-vorming) is in deze kosten-batenanalyse dus onderschat.

landbouwopbrengsten en gebouwen. Deze effecten worden ook wel eindpunten of *impact indicators* genoemd. Er zijn in deze analyse zes eindpunten gekwantificeerd waarbij geldt dat de gezondheidseffecten weer zijn uitgesplitst in meerdere deeleffecten. De zes eindpunten zijn:

- verloren levensjaren en ziekte door blootstelling aan fijnstof;
- vroegtijdig overlijden en ziekte door blootstelling aan ozon;
- aantasting van natuur (biodiversiteit) door vermesting;
- aantasting van natuur (biodiversiteit) door verzuring;
- verminderde landbouwopbrengsten door ozon;
- schade aan gebouwen door inwerking van zuur.

De rekenmaten die we hebben gebruikt om deze eindpunten te kunnen kwantificeren worden toegelicht in hoofdstuk 5 bij de resultaten.
De fysieke effecten van luchtverontreiniging op de productiviteit van de landbouw en gebouwen zijn in deze studie niet expliciet berekend. Wel is er een batenpost opgenomen voor deze effecten, die is overgenomen uit een Europese studie (AEA 2013).
Tabel 2.1 laat de relatie zien tussen de fysieke effecten en de vijf stoffen uit het voorstel. Het is goed om op te merken dat meerdere stoffen bijdragen aan de nadelige effecten van fijnstof voor de menselijke gezondheid. Het gaat hier, naast het primair bij de bron uitgestoten fijnstof ($PM_{2,5}$), ook om de gasvormige verbindingen zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3). Emissiereducties van al deze stoffen leveren potentieel baten op voor de gezondheid (zie tekstkader 'Fijnstof in de lucht wordt bepaald door de emissies van vijf stoffen'). De uitstoot van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) resulteert ook in secundaire organische aerosolen maar deze zijn in de berekeningen niet meegenomen. De Nederlandse modellen zijn nog onvoldoende ontwikkeld en getest om dit effect te kunnen berekenen.

Emissies
Om de concentraties en blootstelling in Nederland te kunnen berekenen zijn emissiecijfers nodig voor zowel Nederland als andere Europese landen. De gebruikte cijfers voor Nederland en het buitenland zijn hiervoor toegelicht in paragraaf 2.1.

Atmosferische verspreiding van luchtverontreiniging
Om de effecten van het voorstel op de gezondheid en natuur te kunnen berekenen is het nodig om te weten hoe de concentraties luchtverontreiniging in de lucht met het voorstel veranderen. Deze veranderingen worden bepaald door emissiereducties in Nederland en in de omringende landen. Ook speelt de atmosferische chemie daarbij een grote rol. Voor deze vertaling van emissies naar concentratie- en depositieniveaus, en vervolgens blootstelling, hebben we gebruikgemaakt van atmosferisch chemische rekenmodellen. In deze studie is gebruikgemaakt van het door RIVM beheerde OPS-model (RIVM 2014). Dit OPS-model wordt gebruikt voor de jaarlijkse berekening van grootschalige concentratie- en depositiekaarten in het kader van het Nationale Samenwerkingsprogrammma Luchtkwaliteit (NSL) en de

Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Het OPS-model rekent voor Nederland op een groter detailniveau dan het Europese GAINS-model. Het GAINS-model maakt gebruik van rekenresultaten van het Europese EMEP-model, dat rekent op een schaal van 0,5° lengtegraad x 0,25° breedtegraad (~ 28 x 28 vierkante kilometer). De OPS-berekeningen worden gedaan op een schaal van 1 bij 1 vierkante kilometer. Beide modellen rekenen met emissiebronnen in binnen- en buitenland. Ook de emissie-invoer voor het OPS-model is, zowel ruimtelijk als sectoraal, meer gedetailleerd dan die voor het GAINS-model.
Het GCN-instrumentarium is niet geschikt voor de berekening van ozonconcentraties. Voor ozon is daarom het Lotos-Euros model (LE) toegepast. Dit is een met het EMEP-model vergelijkbaar chemie-transportmodel. Wel is bij de LE-berekeningen een fijner ruimtelijk detailniveau (1/8° lon x 1/16° lat, overeenkomend met ~ 7 x 7 vierkante kilometer) gehanteerd dan bij de GAINS-berekeningen. Meer informatie over de berekeningen met LE wordt gegeven in het tekstkader 'Daling in ozonblootstelling nog onzeker met het Commissievoorstel' en bijlage 4.

Fysieke gezondheidseffecten

De door het PBL ontwikkelde gezondheidsplanner is gebruikt om de fijnstof- en ozonconcentraties te vertalen naar gezondheidseffecten (verloren levensjaren en ziekte). De gezondheidsplanner sluit volledig aan bij de in Europa gevolgde methodiek voor het berekenen van gezondheidseffecten van luchtverontreiniging (EMRC 2014; PBL 2015 te verschijnen; WHO 2013a,b).
De rekenmaten die doorgaans gebruikt worden om het effect op vroegtijdige sterfte te kwantificeren is het aantal verloren levensjaren in de Nederlandse bevolking (Years Of Life Lost oftewel YOLL), en het verlies in levensverwachting van een gemiddelde Nederlander. De YOLL-indicator wordt gebruikt bij de economische waardering van schade. De gegeven resultaten hebben betrekking op de verloren levensjaren veroorzaakt door een enkel jaar blootstelling aan fijnstof. De vermindering in schade door emissiereducties op jaarbasis kan zo makkelijk worden vergeleken met de kosten van maatregelen die ook op jaarbasis zijn uitgerekend.
De YOLL-indicator is goed bruikbaar voor de monetarisering van de effecten van vroegtijdig overlijden op het niveau van de gehele Nederlandse bevolking, maar deze indicator is weinig aansprekend als het gaat om het communiceren van de optredende fysieke effecten. Daarom is in deze studie ook het 'verlies in levensverwachting' berekend. Dit eindpunt refereert aan de gemiddelde Nederlander en is daardoor beter te begrijpen. Hierbij moet worden bedacht dat de bij de berekeningen beschouwde tijdsperiode van blootstelling aan fijnstof voor de indicator YOLL en 'verlies in levensverwachting' verschilt. Zoals gezegd heeft de in deze studie berekende fysieke schade uitgedrukt in YOLL betrekking op een enkel jaar blootstelling aan fijnstof. De fysieke schade uitgedrukt in 'verlies in levensverwachting' heeft betrekking op een levenslange blootstelling aan fijnstof.
Naast fijnstof ($PM_{2,5}$) draagt ook de blootstelling aan ozon (in veel mindere mate) bij aan vervroegde sterfte, vooral van mensen die al verzwakt zijn. In deze studie hebben we alleen de blootstelling aan piekconcentraties ozon beoordeeld. Daarvoor hebben we gebruikgemaakt van de SOMO35-indicator. Hiermee sluiten we aan bij de gebruikte ozonindicator uit de KBA van de Europese Commissie (EC 2013b). Naast deze SOMO35-indicator adviseert de WHO om ook de SOMO10-indicator te gebruiken als maat voor langduriger blootstelling aan lagere concentraties (WHO 2013b). Dit omdat ook al bij lagere concentraties longklachten kunnen optreden. Meer informatie over deze ozonindicatoren wordt gegeven in het tekstkader 'Daling in ozonblootstelling nog onzeker met het Commissievoorstel' en bijlage 4.
De invloed van luchtverontreiniging op ziekte en gezondheidsklachten wordt uitgedrukt in indicatoren zoals dagen met verminderde activiteit (RAD, *Restricted Activity Days*), verloren werkdagen (LWD, *Lost Working Days*), het aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis in een jaar en het aantal jaarlijkse ziekenhuisopnames die samenhangen met luchtweg- en hartklachten (EMRC 2014; PBL 2015 te verschijnen; WHO 2013a,b). De resultaten die we voor deze eindpunten geven, hebben daarbij alle betrekking op een enkel jaar blootstelling aan fijnstof.

Fysieke natuureffecten

Bij de schade van luchtverontreiniging aan natuur gaat het om een te grote depositie van stikstofverbindingen en zuurverbindingen op de Nederlandse natuur via de lucht. Een verminderde depositie leidt tot meer biodiversiteit of soortenrijkdom in de Nederlandse natuur, en tot een verbetering van ecosysteemdiensten. Bij ecosysteemdiensten gaat het bijvoorbeeld om de positieve invloed van gezonde insectenpopulaties, wat positief is voor bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding.
In een eerdere studie is uitvoerig ingegaan op de invloed die atmosferische depositie van stikstof en zuur heeft op de biodiversiteit van de Nederlandse natuur (Smeets et al. 2012). Ook is in die studie uitvoerig ingegaan op de relatie tussen stikstofdepositie en ecosysteemdiensten. In deze nationale KBA hanteren we depositie-indicatoren als proxy voor het soortenverlies van de Nederlandse natuur. Centraal in deze aanpak staat het begrip 'kritische depositie'. De 'kritische depositie' is het depositieniveau van stikstof of zuur op natuur (in mol per hectare per jaar) waaronder geen noemenswaardige schade aan de natuur optreedt. De kritische depositie is geen vaste waarde, maar varieert met het type ecosysteem of habitat.

Overschrijdingen van de kritische depositie voor stikstof doen zich voor in die delen van Nederland waar de natuur extra gevoelig is voor stikstof, namelijk op de zandgronden in het oosten en zuiden, de stuwwallen van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug en de duinen.
De twee indicatoren waarmee we de vervuiling van de Nederlandse natuur door luchtverontreiniging in beeld brengen zijn:

– de geaccumuleerde overschrijding van de kritische depositiewaarden over het totale natuurareaal ('Accumulated Exceedance', mol stikstof per jaar en mol zuur per jaar); en
– het areaal natuur waar de kritische depositie nog wordt overschreden (aantal vierkante kilometer).

Beide indicatoren zijn afzonderlijk bepaald voor stikstof en zuur.

Het areaal natuur in Nederland dat gevoelig is voor stikstof- en zuurdepositie is niet beperkt tot alleen de aangewezen Natura 2000-gebieden. Daarom zijn de indicatoren berekend voor zowel de totale landnatuur in Nederland (circa 5.000 vierkante kilometer) als voor de Natura 2000-gebieden. De waternatuur is niet meegenomen in de analyse. Voor deze waternatuur is de toevoer van vermestende stoffen via water, zoals de directe af- en uitspoeling van vermestende stoffen in landbouwgebieden, belangrijker dan die van aanvoer via de lucht.

De Europese Unie verplicht ertoe dat de ecologische vereisten – waaronder de stikstofdepositie – in Natura 2000-gebieden op termijn op orde wordt gebracht.
Om aan de vereisten voortvloeiend uit de Europese regelgeving te kunnen voldoen, heeft Nederland gekozen voor een programmatische aanpak van de stikstofproblematiek gericht op de beschermde Natura 2000-gebieden, de PAS.

2.3.2 Waardering van externe fysieke effecten

De in de vorige paragraaf gegeven fysieke effecten betekenen kosten voor de samenleving die niet in de prijzen van producten en diensten tot uitdrukking komen. In een maatschappelijke kosten-batenanalyse wordt deze fysieke schade door luchtverontreiniging in geld gewaardeerd. Zo worden de kosten voor de Nederlandse samenleving van vervuilde lucht bepaald voor het nulalternatief en het (schonere) projectalternatief. Door vervolgens het verschil in kosten te nemen tussen deze beide beleidsalternatieven worden de baten voor de samenleving bepaald. Omdat er geen marktprijzen bestaan voor de fysieke effecten van luchtverontreiniging moeten deze op een andere manier worden ingeschat. Hierbij sluiten we aan op de in Europese kosten-batenstudies voor luchtvervuiling gebruikelijke aanpak (Holland et al. 2008; PBL 2015 te verschijnen).

Waardering van gezondheidseffecten
De waarde van vroegtijdig overlijden wordt geschat op basis van de waarde van een levensjaar (Value of Life Year (VOLY)). De maatschappelijke kosten voor de hele Nederlandse bevolking worden vervolgens geschat door het berekende aantal verloren levensjaren te vermenigvuldigen met deze waarde van een levensjaar. De VOLY-waarde is bepaald op basis van de resultaten van omvangrijke enquêtes waarbij mensen gevraagd is om aan te geven wat ze over hebben voor een aantal maanden langer leven door minder luchtvervuiling. Uit deze resultaten kan de waarde van een levensjaar worden afgeleid. Deze VOLY geeft dan de betalingsbereidheid (*willingness to pay*) van de Nederlandse bevolking voor een gewonnen levensjaar. Dit is een proxy voor de economische waarde van schone lucht.
De waarde van een levensjaar die wij aanhouden is overgenomen uit de Europese NEEDS-studie (Desaigues 2011; NEEDS 2007; PBL 2014). Voor deze MKBA zijn de VOLY-waarden uitgedrukt in prijzen van 2010. Dit resulteert in een middenschatting van 41.000 euro voor een gewonnen levensjaar (prijspeil 2010). Omdat de waarde van een levensjaar relatief onzeker is, is in deze studie gewerkt met een bandbreedte rond de middenschatting. De ondergrens is gesteld op een waarde van 27.000 euro (afgerond). De bovengrens is bepaald op 94.000 euro (afgerond). Ook deze waarden zijn gebaseerd op de NEEDS-studie. De gebruikte VOLY-getallen voor het prijsjaar 2010 zijn samengevat in tabel 2.2.

Waardering van natuureffecten
Het is nog altijd niet mogelijk om de schadelijke effecten van overmatige stikstofdepositie op natuur betrouwbaar in geld uit te drukken. We weten gewoonweg niet welke waarde mensen hieraan toekennen en hoe mensen veranderingen in natuurkwaliteit of biodiversiteit waarderen. Dit impliceert dat we geen batenpost hebben opgenomen voor de natuurbaten van het Commissievoorstel en dat deze dus buiten beschouwing zijn gebleven in het monetaire eindbeeld.

Wel hebben we bekeken in hoeverre aan de kostenkant van het KBA-saldo een post opgenomen kan worden die rekening houdt met de kostenbesparing die direct voortvloeit uit het Commissievoorstel. Immers Nederland is, op grond van Europese regelgeving voor het behoud van biodiversiteit, wettelijk verplicht om voor Natura 2000-gebieden passende maatregelen te nemen om verdere verslechtering van de ecologische vereisten in deze gebieden – waaronder de stikstofdepositie – tegen te gaan. Nederland streeft dit wat betreft de stikstofoverbelasting onder andere na door het nemen van passende beheer- en herstelmaatregelen. Met deze maatregelen wordt ernaar gestreefd om een natuurgebied dat is gedegradeerd zoveel mogelijk te herstellen

Tabel 2.2

Waarde (euro) van een gewonnen levensjaar door minder blootstelling aan luchtverontreiniging (VOLY), prijsjaar 2010

	VOLY Middenschatting	VOLY Ondergrens	VOLY Bovengrens
VOLY	41.000	27.000	94.000

in zijn oorspronkelijke staat zodat de biodiversiteit in stand blijft. Voorbeelden van dit soort maatregelen zijn het extra maaibeheer van graslanden en het plaggen van heidevelden. Met dit extra beheer wordt ervoor gezorgd dat in deze natuurgebieden, ondanks de continue overbelasting van stikstof via de lucht, de juiste condities toch in stand worden gehouden, waardoor de kenmerkende soorten behouden blijven en daarmee de natuurwaarde.

Het voorgaande betekent dat bij een verlaging van de stikstofdepositie door vermindering van de uitstoot van NH_3 er minder beheer- en herstelkosten nodig zijn in Natura 2000-gebieden. Deze kostenbesparing kunnen we kwantificeren als we een relatie kunnen afleiden tussen enerzijds de benodigde beheer- en herstelkosten (miljoen per jaar) en anderzijds de omvang van de gesommeerde stikstofoverbelasting op Natura 2000-gebieden (miljoen mol per jaar). Met een dergelijke relatie kunnen we een grove schatting geven van de vermeden beheer- en herstelkosten die toegeschreven kunnen worden aan de in paragraaf 5.3 beschreven depositieverandering door het Commissievoorstel.

De gewenste relatie is te benaderen gebruikmakend van de beschikbare kennis en gegevens uit de PAS. Er is een goed overzicht van de Nederlandse kosten van beheer- en herstelmaatregelen ter bestrijding van stikstofoverbelasting in Natura 2000-natuurgebieden. Voor de PAS worden de jaarlijkse uitgaven voor deze maatregelen in de periode tot en met 2027 geraamd op circa 89 miljoen euro (PBL 2013). De 89 miljoen aan jaarlijkse kosten is een gemiddelde voor de periode tot 2027.
Dit cijfer is afgeleid van de PAS-emissieraming (bovenraming) die enkele kilotonnen hoger ligt dan de in deze KBA aangehouden raming (middenraming).
De depositieniveaus volgens de PAS-analyses liggen hierdoor dus ook hoger. Daar staat weer tegenover dat de PAS er ook van uitgaat dat er in 2030 enkele kilotonnen extra emissiereductie in Nederland wordt gerealiseerd. Hierdoor komen de depositieniveaus weer lager uit. Beide verschillen wijzen een andere kant uit en hebben een nagenoeg vergelijkbare omvang. Daarom gaan we er in deze KBA van uit dat de 89 miljoen aan benodigde beheer- en herstelmaatregelen aardig in lijn is met de depositieniveaus berekend in deze KBA voor het nul-alternatief. Delen we vervolgens de 89 miljoen op de geaccumuleerde stikstofoverbelasting in 2030 voor Natura 2000-gebieden (111 miljoen mol per jaar, zie paragraaf 5.3) dan krijgen we een kengetal van 0,8 miljoen euro aan benodigde beheer- en herstelkosten per miljoen mol stikstofoverbelasting op Natura 2000-natuur. Bij een reductie van 10 miljoen mol per jaar levert dit een kostenbesparing op van 9 miljoen euro.

Bovengenoemde jaarlijkse beheer- en herstelkosten hebben alleen betrekking op Natura 2000-gebieden met stikstofoverbelasting. Echter ook buiten de Natura 2000-gebieden is er natuur met een overbelasting van stikstof via de lucht. Dit areaal natuur is bij benadering van een vergelijkbare omvang als het Natura 2000-areaal met stikstofoverbelasting (PBL, compendium[2]). Ook in deze niet-Natura 2000-gebieden zullen kosten gemaakt worden om de nadelige effecten van stikstofdepositie tegen te gaan, en zullen dus in principe kostenbesparingen optreden door het voorstel. Deze kosten zijn echter niet bekend en zijn in de analyse buiten beschouwing gebleven.

Bij voorgaande schatting van vermeden kosten moet worden aangetekend dat kosten van de beheer- en herstelmaatregelen scheef verdeeld zijn. Het gaat om enkele goedkope maatregelen die worden toegepast op een groot natuurareaal en een enkele kostbare maatregel voor lokale probleemsituaties. De uitgespaarde herstel- en beheerkosten als gevolg van verdergaande emissiereductiemaatregelen hangen dus af van het soort maatregelen dat overbodig zal worden.

Waardering van effecten op gewassen en gebouwen

De fysieke effecten van luchtverontreiniging op de landbouwopbrengsten en gebouwen zijn in deze studie niet expliciet berekend. De baten van het voorstel zijn direct overgenomen uit een Europese studie die schattingen geeft voor individuele lidstaten (EMRC 2014).

Noten

1 Zie https://www.ecn.nl/nl/expertises/beleidsstudies/optiedocumenten/.

2 Zie http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1524-ILG-taakstelling-atmosferische-depositie.html?i=11-59.

Het Commissievoorstel en een PBL-variant op dit voorstel

In paragraaf 3.1 gaan we eerst dieper in op de achtergronden, uitgangspunten en de relatieve emissiereductieverplichtingen van het voorliggende voorstel voor herziening van de NEC-richtlijn van de Europese Commissie van december 2013. Van belang daarbij is om te weten dat de emissiereductieverplichtingen een optelsom zijn van de emissiereducties door de veronderstelde autonome emissieontwikkeling tussen 2005 en 2030 (dus met het vaststaand luchtbeleid), met daar bovenop een extra reductieambitie in 2030. Zoals uit paragraaf 3.2 blijkt, verschillen de inzichten over de emissieniveaus in het basisjaar 2005 en de autonome emissietrends tot 2030 substantieel tussen de Commissie en het PBL. Ook verschillen de inzichten rond potentiële reducties en kosten voor fijnstofmaatregelen in 2030. Deze verschillen resulteren in een verschil van inzicht over de omvang en implicaties van de beleidsopgave die het Commissievoorstel voor Nederland vanaf 2030 met zich meebrengt.
Bij de beoordeling van de emissiereductieverplichtingen uit het voorstel neemt het PBL als eerste de eigen Nederlandse PBL-raming als vertrekpunt. Dit is de centrale MKBA-analyse. Maar vanwege de hiervoor genoemde verschillen is er in paragraaf 3.3 ook een PBL-variant van de emissiereductieverplichtingen opgesteld en beoordeeld. Hierbij is gecorrigeerd voor de Nederlandse emissie-inventarisatie voor 2005, de Nederlandse emissietrends tot en met 2030, en de Nederlandse inzichten rond de fijnstofmaatregelen. We gaan daarbij expliciet in op de betekenis van deze correcties voor het MKBA-resultaat.

3.1 Het Commissievoorstel en de achtergronden

Het voorstel van de Europese Commissie ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen is gepubliceerd op 18 december 2013 (EC 2013). Het Commissievoorstel gaat de bestaande NEC-richtlijn (2001/81/EG) herzien, welke voorziet in emissieplafonds voor zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH_3) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) die gelden vanaf 2010. In het voorstel wordt het aantal stoffen uitgebreid met fijnstof ($PM_{2,5}$) en methaan (CH_4). Daarbij zijn nieuwe nationale emissiereductiedoelen vastgesteld vanaf 2005 tot 2020 en tot 2030. Voor 2025 zijn doelen geformuleerd die afhangen van het nog onbekende emissieniveau in 2020 en de doelen voor 2030.

De Commissie heeft in haar *impact assessment* berekend dat met dit voorstel de effecten voor de volksgezondheid in heel Europa (verlies aan levensverwachting door luchtverontreiniging gemiddeld over alle Europeanen) tussen 2005 en 2030 afnemen met 52 procent. Deze afname ligt daarmee 12 procentpunt boven de afname van 40 procent die al door het bestaande beleid gerealiseerd gaat worden. Ook leidt het voorstel tot verbeteringen in de depositie van stikstof en verzurende stoffen op ecosystemen.

Geen extra ambitie voor 2020
Voor 2020 komen de voorgestelde reductiedoelstellingen overeen met die uit het in 2012 herziene Gothenburg Protocol (UNECE 2012), behorende bij de UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). De 2020-doelstellingen uit dit herziene Protocol zijn haalbaar met het huidige Europese luchtbeleid (Smeets et al. 2012). De Commissie sluit zich in haar voorstel hierbij aan omdat zij ook vindt dat de periode tot 2020 te kort is voor het implementeren van extra luchtbeleid.

Ambities voor 2025 en 2030 zijn gebaseerd op gewenste forse gezondheidswinst
Voor 2025 en 2030 gaat het voorstel uit van een vermindering van gezondheids- en natuurschade door het deels benutten van de beschikbare technische bestrijdingsopties per lidstaat. Hierbij heeft de Commissie eerst berekeningen uitgevoerd voor 2025 en heeft deze later aangepast om doelen voor 2030 af te leiden (IIASA 2013, 2014).

Tabel 3.1

Relatieve inzet van het maximaal technische reductiepotentieel volgens de Europese Commissie, 2030

	Inzet technisch potentieel (%)	
Stof	**EU28**	**Nederland**
SO_2	82	55
NO_x	41	55
NH_3	72	52
NMVOS	38	16
$PM_{2,5}$	67	56

De Commissie heeft dus eerst de gezondheidsschade in 2025 berekend onder alle Europeanen in de situatie waarin de emissies in de EU zich tot 2025 autonoom zouden ontwikkelen. Autonoom betekent in dit kader dat is gerekend met het bestaande of vastgestelde luchtbeleid en dus zonder enig nieuw luchtbeleid. Deze ontwikkeling noemen we het Europese nulalternatief of de Europese raming. Vervolgens is de vermeden gezondheidsschade (gezondheidswinst) door blootstelling aan fijnstof in 2025 berekend bij inzet van alle beschikbare technische bestrijdingsmaatregelen voor alle luchtverontreinigende stoffen (MTFR-alternatief). Daarna zijn maatregelenpakketten bepaald waarmee 25 procent, 50 procent en 75 procent van de maximale met techniek haalbare gezondheidswinst wordt gerealiseerd.
Die pakketten beogen de gezondheidswinst (25, 50, 75 procent) zo kostenoptimaal mogelijk voor de EU als geheel te behalen. Dat betekent dat er vooral in die landen maatregelen worden genomen waar ze relatief goedkoop zijn en waar ook relatief de meeste baten optreden. Dit zijn dan landen die tot nu toe relatief minder maatregelen hebben getroffen en die een relatief hoge bevolkingsdichtheid hebben waardoor veel mensen profiteren van een getroffen maatregel. Dit impliceert dat de gezondheidswinst per bestede euro het sturende criterium is geweest bij de verdeling van maatregelen (emissiereducties) over stoffen en landen. Daarbij doet het er niet toe in welk land de maatregelen worden genomen of de gezondheidswinst wordt behaald.
Het gaat dus om een kosteneffectieve gezondheidsverbetering van alle Europeanen ongeacht waar deze wonen. De kosteneffectieve maatregelenpakketten zijn berekend in opdracht van de Commissie met het GAINS-optimalisatiemodel van het Internationale Instituut voor Toegepaste Systeem Analyse (IIASA). Dit model beschrijft de relatie tussen autonome emissieontwikkeling, effecten en kosten van extra maatregelen en de vermeden gezondheids- en natuurschade (IIASA 2012).
Om nu te bepalen welke emissiereductie maatschappelijk gezien optimaal is, moet er gezocht worden naar het punt waar de marginale kosten en marginale baten van verdergaande emissiereducties aan elkaar gelijk zijn. In dat punt zijn volgens de economische theorie de middelen optimaal gealloceerd en de netto baten maximaal. Rekening houdend met de onzekerheden in de gezondheidsbaten heeft IIASA een range bepaald van dit optimum, wat vertaald in gezondheidswinst uitkomt op tussen 76 en 92 procent van de maximaal met techniek te behalen gezondheidswinst in 2025. Rekening houdend met de kostenontwikkeling voor bepaalde sectoren heeft de Commissie in het voorstel gekozen voor een wat lagere ambitie van 70 procent gezondheidswinst in 2025. De Commissie heeft deze resultaten voor 2025 later doorgetrokken naar 2030 (IIASA 2014). Voor 2030 komt de Commissie in haar voorstel uit op een maatregelenpakket (genaamd scenario B7) dat tot een gezondheidswinst in heel Europa leidt van 67 procent van de maximaal te behalen winst. Om dit te bereiken zal in 2030 een groot deel van het maximaal beschikbare technische emissiereductiepotentieel voor de vijf luchtverontreinigende stoffen moeten worden ingezet (tabel 3.1). Voor vier van de vijf stoffen is het benodigde aandeel van de beschikbare maatregelen in Nederland in 2030 kleiner dan het gemiddelde aandeel in de EU28. Het maatregelenpakket onder het Commissievoorstel is samengesteld met het GAINS-model en bevat tevens een verdeling naar stof en EU-lidstaat. Hiermee zijn vervolgens de gedifferentieerde emissiereductieverbintenissen per stof en land afgeleid.

Het Commissievoorstel vermindert ook de belasting van de natuur

Naast gezondheidswinst door minder fijnstof, vermindert dit maatregelenpakket ook stikstofdeposities op Natura 2000-gebieden en verzurende deposities op bosgebieden. Ook verminderen de gezondheidseffecten door ozon in Europa in 2030: de effecten in Nederland zijn onzeker (zie paragraaf 5.2).

Intermediaire doelen voor 2025

Voor 2025 is besloten om in de richtlijn reductiedoelstellingen op te nemen die in het midden liggen van de emissiereductie die in 2020 is bereikt (en minimaal gelijk is aan de reductieverplichtingen van het herziene Gothenburg Protocol) en de reductiedoel-

Tabel 3.2
Emissiereductieverplichtingen Commissievoorstel ten opzichte van 2005 (%)

Stoffen	Richtlijn 2001/81/EG[1]	Commissievoorstel		
	2010	2020[2]	2025[3]	2030
SO_2	22	28	53	59
NO_x	29	45	59	68
NH_3	10	13	23	25
NMVOS	-6	8	24	34
$PM_{2,5}$		37	43[4]	38

1 Voor de vergelijkbaarheid zijn hier de absolute emissieplafonds voor 2010 vertaald naar emissiereductieverplichtingen ten opzichte van 2005. Voor 2010 bestond er geen plafond voor $PM_{2,5}$.
2 Volgens het herziene Gothenburg Protocol uit 2012 (UNECE 2012).
3 Nederland dient alle noodzakelijke maatregelen in te zetten die geen buitensporige kosten met zich brengen om de emissies in 2025 te beperken. Het niveau daarvan wordt bepaald aan de hand van een lineaire reductietraject tussen de emissieniveaus die in 2020 bereikt zullen worden en de emissieniveaus afgeleid uit de emissiereductieverbintenissen voor 2030.
4 De 43 procent reductie is een op het oog vreemde waarde want strenger dan de verplichting voor 2030. Deze waarde vloeit direct voort uit de gebruikte methodologie waarbij we de verplichting voor 2025 hebben berekend door te interpoleren tussen de Nederlandse 2020-raming en de voorgestelde verplichting voor 2030. Voor $PM_{2,5}$ geldt dat de nationale PBL-emissieraming voor 2020 lager uitkomt dan de door de Commissie berekende verplichting voor 2030. Er is besloten om met deze waarde te rekenen en verder niet te corrigeren.

Tabel 3.3
Afgeleide emissieplafonds Commissievoorstel[1] (kiloton)

Stoffen	Emissie inventarisatie	Richtlijn 2001/81/EG	Commissievoorstel		
	2005	2010	2020	2025	2030
SO_2	64	50	46	30	26
NO_x	365	260	201	151	117
NH_3	143	128	124	110	107
NMVOS	174	185	160	133	115
$PM_{2,5}$	20,5		13,0	11,8[2]	12,8

1 De emissies zijn gebaseerd op verkochte brandstof.
2 De 11,8 kiloton is een op het oog vreemde waarde want strenger dan het plafond voor 2030 (zie toelichting tabel 3.2).

stelling voor 2030. Voor het afleiden van de indicatieve 2025-verplichting in deze nationale KBA is het PBL wat betreft het 2020-cijfer uitgegaan van de Nederlandse emissieraming. De Commissie stelt dat de doelen voor 2025 alleen gelden onder de voorwaarde dat deze haalbaar moeten zijn met maatregelen die geen disproportionele kosten met zich mee brengen. Wat disproportioneel hier inhoudt is in het Commissievoorstel niet nader gedefinieerd.

Relatieve emissiereductieverplichtingen in plaats van absolute plafonds

De procentuele emissiereductieverplichtingen uit het Commissievoorstel (tabel 3.2) laten zich, gecombineerd met de meest actuele in de Emissieregistratie geregistreerde emissieniveaus voor 2005 vertalen in de corresponderende nationale emissieplafonds voor de jaren 2020, 2025 en 2030 (tabel 3.3). Voor deze nationale MKBA hanteren we de 2005-cijfers zoals vastgesteld en gerapporteerd door de officiële Nederlandse emissieregistratie in 2013. Op een beperkt aantal plaatsen in dit rapport zijn ook al voorlopige cijfers uit 2014 gebruikt wat daarbij uiteraard wordt aangegeven. Door de emissieplafonds af te zetten tegen de nationale ramingen voor 2030 kan de benodigde extra reductie, ofwel de verwachte beleidsopgave, worden bepaald voor 2020, 2025 en 2030 (tabel 3.4).

Het Commissievoorstel leidt tot forse beleidsopgaven voor NMVOS en NO_x

Voor 2025 en 2030 betekent het Commissievoorstel een beleidsintensivering voor alle stoffen voor Nederland met uitzondering van $PM_{2,5}$. Vooral voor NO_x en NMVOS zien we relatief ambitieuze emissieplafonds ofwel forse

Tabel 3.4

Extra beleidsopgaven Commissievoorstel, 2020-2030 (kiloton)[1]

Stoffen	2020	2025	2030
SO_2	-12,5	4,0	7,4
NO_x	-14,8	20,1	41,9
NH_3	-11,9	2,9	6,1
NMVOS	-9,4	22,5	45,0
$PM_{2,5}$	-2,1	-1,0	-2,1

1 Een negatieve waarde betekent dat een voorgesteld emissieplafond in het betreffende jaar al met de nationale raming onderschreden wordt. Er is voor deze stof dan geen beleidsintensivering nodig.

beleidsopgaven in 2030 ontstaan van respectievelijk 42 en 45 kiloton. Het voorgestelde NH_3-plafond voor 2030 komt uit op 107 kiloton en ligt daarmee 6 kiloton onder de Nederlandse NH_3-raming (middenraming). Bij een hogere economische groei worden de beleidsopgaven nog groter.

Voor 2020 houdt het Commissievoorstel zoals aangegeven geen extra ambitie in en zijn de berekende emissieplafonds minder vergaand dan de emissieniveaus die we al met het huidig beleid verwachten.

3.2 Kanttekeningen bij aannames achter het Commissievoorstel

Zoals eerder vermeld zijn de voorgestelde emissiereductieverplichtingen tussen 2005 en 2030 gebaseerd op een samenstelling of optelsom van de autonome ontwikkeling van de luchtemissies tussen 2005 en 2030 (volgens de Europese Commissieraming) en een extra beleidsopgave in 2030, welke is gebaseerd op een kosten-batenafweging van de Commissie.

Commissievoorstel gebruikt andere uitgangspunten voor 2005 en andere aannamen over autonome emissieontwikkelingen tot 2030

Een vergelijking tussen de emissiecijfers van de Europese Commissie en van Nederland zelf voor de emissies in het basisjaar 2005 en de geraamde ontwikkelingen tussen 2005 en 2030 laat zien dat er substantiële verschillen zijn (tabel 3.5). De oorzaken achter deze verschillen zijn geanalyseerd en in vijf notities gerapporteerd (Hammingh et al. 2014). Deze notities zijn in de periode februari tot en met juli 2014 gedeeld met de Commissie en IIASA in het kader van een bilaterale consultatie en de gevonden verschillen zijn hierna kort samengevat.

Wat direct opvalt is dat de Commissie alle emissies voor het basisjaar 2005 hoger inschat in vergelijking met de officiële door Nederland in 2013 gerapporteerde emissies over 2005. In analyses zijn ook voor het jaar 2010 substantiële verschillen waargenomen (hier niet getoond). Vooral bij NMVOS en NO_x is het verschil in absolute emissies in 2005 (en soms 2010) substantieel. Alhoewel een aantal van deze verschillen al in 2012 waren opgemerkt en aangekaart bij IIASA zijn de cijfers daarna onvoldoende aangepast.

Voor NMVOS gaat de Commissie voor 2005 uit van emissies die 31 kiloton (18 procent) hoger liggen in vergelijking met de officiële Nederlandse emissie-inventarisatie over 2005. Het grootste verschil zit bij transport, maar ook in andere sectoren zijn er verschillen. Ook hier blijkt het wagenpark in het GAINS-model minder schoon en rijden oudere auto's te veel kilometers in vergelijking met Nederlandse gegevens. Verder schat het GAINS-model de NMVOS-emissies die vrijkomen bij de extractie, productie en distributie van aardgas en aardolie in 2005 hoger in. Daarentegen schat het GAINS-model de NMVOS-emissies uit de op- en overslag van olie, gas en chemische producten in 2005 en 2010 lager in.

Voor NO_x-emissies gaat de Commissie voor 2005 uit van emissies die 15 kiloton (4 procent) hoger liggen in 2005 in vergelijking met de officiële Nederlandse emissie-inventarisatie over 2005. Verklaringen betreffen hier ook het minder schone wagenpark in het GAINS-model en de oude auto's die te veel kilometers rijden. Daarbij blijken ook de GAINS-inschattingen voor de NO_x-emissie uit de binnenvaart voor 2005 en 2010 lager te liggen dan de Nederlandse inschattingen. Dit komt voornamelijk door andere emissiefactoren.

Bij SO_2 schat de Commissie de 2005 emissies 6 kiloton (9 procent) hoger in. De gevonden oorzaken betreffen onder andere een overschatting door een verkeerde allocatie van coke-gebruik onder stookolie in de industrie. Maar er is ook een onderschatting in GAINS gevonden van emissies uit de aluminiumsector. Verder schat het GAINS-model de emissiefactoren voor oliegebruik bij huishoudens en handel, diensten en overheid te hoog in. Dit geldt ook voor de emissies in de glasindustrie.

Bij NH_3 is er een lichte overschatting van 3 kiloton (2 procent) door de Commissie voor 2005. Dit komt

Tabel 3.5

Emissies in 2005 en 2030 bij huidig beleid en relatieve reducties[1]

Stof	Emissies basisjaar 2005 (kiloton)			Emissies raming 2030 (kiloton)			Relatieve reductie 2005-2030 (%)		
	EC	NL	Verschil[2]	EC	NL	Verschil[2]	EC	NL	Verschil[3]
SO_2	70	64	5	32	34	-2	54%	47%	6%
NO_x	380	365	15	143	159	-15	62%	57%	6%
NH_3	146	143	3	111	113	-3	24%	21%	4%
NMVOS	205	174	31	141	160	-19	31%	8%	23%
$PM_{2,5}$	24,2	20,6	3,6	16,9	10,7	6,2	30%	48%	-18%

1 De transportemissies in de nationale ramingen voor 2005 en 2030 zijn hier op basis van 'verkochte brandstof', net zoals de Commissie dat doet.

2 Kleine afwijkingen in berekende verschillen worden verklaard door de gemaakte afrondingen.

3 Betreft hier procentpunten.

voornamelijk door een hogere inschatting in GAINS voor emissies uit de afvalketen en de sector 'Overig'. Voor $PM_{2,5}$ overschat de Commissie de emissies in 2005 met circa 3,6 kiloton (18 procent) in vergelijking met de Nederlandse cijfers. De hogere schattingen zitten vooral bij de sectoren industrie, energie en transport.
Voor 2030 zijn er ook substantiële verschillen in de verwachte emissies van NMVOS, NO_x en $PM_{2,5}$ tussen de Commissie en de Nederlandse emissieramingen van het PBL en ECN (Verdonk & Wetzels 2012). Uit eerdere analyses is gebleken dat de verschillen niet komen door verschillen in de achterliggende energieramingen van de Commissie en het PBL.

Bij NMVOS schat de Commissie de emissies in 2030 19 kiloton (12 procent) lager in dan het PBL. De oorzaken voor dit verschil vinden we vooral terug bij transport, op- en overslag van olie- en chemische producten en huishoudelijk oplosmiddelengebruik. Bij transport schat de Commissie het aandeel diesel (met relatief lage NMVOS-emissies) in het wegtransport veel hoger in voor Nederland in 2030. De Nederlandse ramingen daarentegen bevatten een relatief laag aandeel diesel in 2030, wat wordt verklaard door het specifieke Nederlandse fiscale regime voor dieselauto's. Dat regime zorgt nu ook al voor een relatief laag aandeel diesel in Nederland in vergelijking met een aantal omringende landen. De schattingen van de emissies uit de grootschalige op- en overslag van olie- en chemische producten worden al in 2005 en 2010 in toenemende mate lager ingeschat door de Commissie. Het verschil neemt richting 2030 alleen maar toe tot circa 10 kiloton NMVOS. Alleen al het corrigeren van de NMVOS-emissies uit deze activiteiten voor de jaren 2005 en 2010 zou het verschil in 2030 met circa 6 kiloton kunnen verminderen. Wat betreft de NMVOS-emissies uit huishoudelijke producten neemt de Commissie een lagere groei aan tussen 2005 en 2030. De hogere groei in de Nederlandse emissiecijfers voor huishoudelijke producten is gebaseerd op ontwikkelingen tot 2010 en een forsere groei tot 2030. Daarbij is ervan uitgegaan dat de veronderstelde inkomensstijging tot een meer dan evenredige toename van het productgebruik leidt (hoge inkomenselasticiteit). Die hoge inkomenselasticiteit volgt uit een onderzoek naar huishoudelijke bestedingen (CBS 2007).
Bij NO_x schat de Commissie de emissies in 2030 15 kiloton (9 procent) lager in dan het PBL. Dit komt vooral doordat de Commissie de stikstofemissies uit de binnenvaart lager inschat. Dit wordt veroorzaakt doordat de Commissie uitgaat van een stabilisatie van het brandstofgebruik na 2010 in combinatie met lagere emissiefactoren. De Nederlandse ramingen gaan uit van een toename van het brandstofgebruik in de binnenvaart na 2010 en hogere emissiefactoren.
Voor SO_2 schat de Commissie de emissies in 2030 2 kiloton (2 procent) lager in dan het PBL. Het verschil in relatieve reductie 2005-2030 is groter. Een belangrijk verschil tussen de SO_2-raming van de Commissie en die van PBL en ECN is dat we in de nationale raming voor 2030 voor de raffinaderijen uitgaan van een vast met de sector afgesproken sectorplafond van 16 kiloton.
De Commissie doet dit niet en gebruikt een raming die uitgaat van de verwachte ontwikkeling van de raffinaderijsector in Europa en de verschillende landen. Hier is de verwachting dat de afzet van de raffinagesector afneemt, onder andere door een verminderde vraag naar benzine en diesel. IIASA komt dan tot een raming voor de raffinagesector in Nederland die zeer globaal rond de 5 kiloton lager uitkomt. Deze laatste aanname van de Commissie lijkt niet geheel onrealistisch als we kijken naar de gerealiseerde emissies uit deze sector. Hieruit blijkt dat de SO_2-emissies bij raffinaderijen zich al enkele jaren met 12,7 kiloton (cijfer 2012) onder het sectorplafond bevinden. Ook de Nederlandse Energieverkenningen van 2014 geeft aan dat de groei bij raffinaderijen onder druk staat (Hekkenberg & Verdonk 2014) en wordt tot 2030

Tabel 3.6
Extra beleidsopgaven in 2030 (in kiloton)[1]

Stoffen	Beleidsopgave in 2030 boven op de raming van de Commissie	Beleidsopgave in 2030 boven op de Nederlandse raming	Verschil in beleidsopgave door verschil in ramingen
SO_2	3,7	7,4	3,8
NO_x	21,9	41,9	20,0
NH_3	1,1	6,1	5,0
NMVOS	5,3	45,0	39,8
$PM_{2,5}$	1,9	-2,1	-4,0

1 Een negatieve waarde betekent dat een voorgesteld emissieplafond al met de nationale raming onderschreden wordt en dat er geen beleidsopgave overblijft.

uitgegaan van een verminderde productie in Nederland. Dit geeft aan dat de SO_2-emissieraming voor raffinaderijen volgens de Commissie (meerder kilotonnen onder de 16 kiloton) mogelijk realistischer is dan de 16 kiloton die momenteel in Nederland nog wordt aangehouden in de nationale emissieramingen.
De beperkte verschillen bij NH_3 laten zich grotendeels verklaren doordat GAINS aanneemt dat emissies uit de afvalketen en die uit transport zullen dalen tussen 2005 en 2030. De nationale raming veronderstelt hier weinig of geen daling. De hogere schattingen van de Commissie voor $PM_{2,5}$ zitten net als in 2005 vooral bij de sectoren industrie, energie en transport. Daarbij schat de Commissie ook de emissies uit de landbouw hoger in voor 2030.

Kosten fijnstofmaatregelen onderschat door de Commissie

Het PBL heeft de fijnstofmaatregelen die de Commissie (GAINS) voor Nederland heeft geïnventariseerd vergeleken met de Nederlandse inventarisatie van beschikbare opties door PBL en ECN (zie de volgende paragraaf en hoofdstuk 4). Dan blijkt dat een vergelijkbare emissiereductie volgens het PBL en ECN veel duurder uitpakt dan GAINS inschat. Ook leverde deze vergelijking vermoedens op dat een deel van de nog beschikbare maatregelen in GAINS eigenlijk al bij de autonome emissie-ontwikkeling (die uitgaat van bestaand luchtbeleid) verwerkt hadden moeten zijn.

Afgezet tegen de nationale PBL-raming zijn de voorgestelde verplichtingen ambitieuzer dan de Commissie aangeeft, behalve voor $PM_{2,5}$

Uit de hiervoor genoemde analyse volgt dat de emissies van SO_2, NO_x, NH_3 en NMVOS volgens de Commissie in Nederland sterker zullen dalen tussen 2005 en 2030 in vergelijking met de Nederlandse raming van het PBL en ECN (figuur 3.2.) Deze sterkere dalingen zijn vervolgens onderdeel gemaakt van de voorgestelde emissiereductieverplichtingen die ook nog een stuk extra ambitie bevatten. Als deze reductieverplichtingen nu worden afgezet tegen de Nederlandse ramingen dan vallen de beleidsopgaven in 2030 dus een stuk groter uit dan waar de Commissie zelf van uitgaat (tabel 3.6).
Voor $PM_{2,5}$ geldt het tegenovergestelde en blijkt dat de emissie tussen 2005 en 2030 volgens de Nederlandse raming van het PBL en ECN sterker daalt dan volgens de raming van de Commissie. Dit verschil is zo groot dat de voorgestelde emissiereductieverplichting voor $PM_{2,5}$ hoe dan ook geen beleidsopgave meer oplevert (figuur 3.2). Uitgaande van de Nederlandse raming kan deze reductiedoelstelling dus al worden gehaald met bestaand beleid.

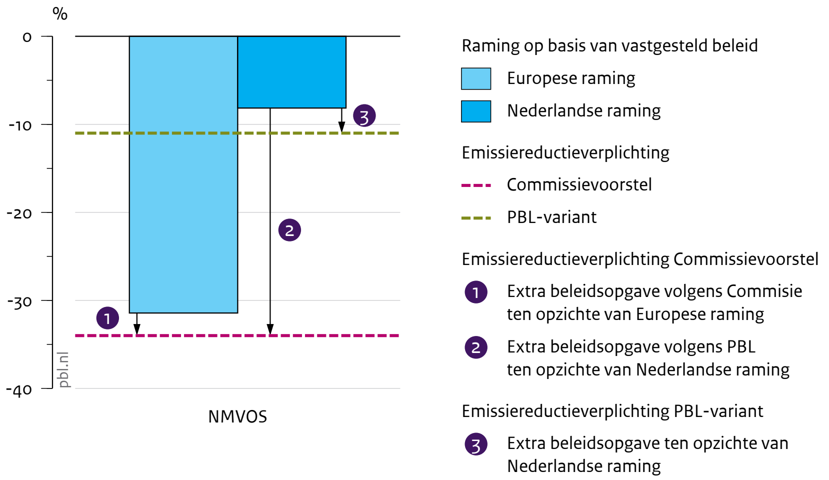
Aanleiding voor een ‘PBL-variant op het Commissievoorstel’

De geconstateerde verschillen tussen de Nederlandse en de Commissieramingen (figuur 3.2) roepen de vraag op hoe deze veranderingen doorwerken op de uitkomst van de KBA en de berekende welvaartseffecten, en op de technische en economische haalbaarheid van de voorgestelde emissiereductieverplichtingen.
De beleidsopgave in 2030 afgezet tegen de door de Commissie gebruikte raming verschilt aanzienlijk van de beleidsopgave afgezet tegen de Nederlandse raming (zie tabel 3.6). Dit verschil geeft aan dat het Commissievoorstel voor Nederland op onderdelen mogelijk niet geheel optimaal is. Daarom hebben we naast het Commissievoorstel dat nu voorligt ook een PBL-variant opgesteld waarbij voor de verschillen in ramingen is gecorrigeerd. In de PBL-variant gaan we uit van de Nederlandse gegevensbasis. We trekken de reductieverplichtingen dus gelijk met de inzichten en gegevens die we in Nederland hanteren.

PBL-variant combineert Nederlandse ramingen met de ambitie van de Commissie voor extra emissiereducties in 2030

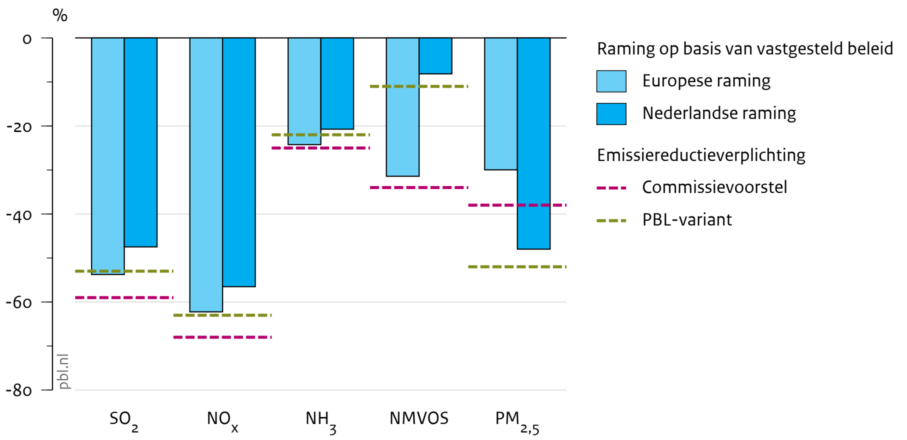
In de PBL-variant zijn de emissiereducties die de Commissie voor Nederland voorzag boven op het bestaande beleid, toegevoegd aan de Nederlandse

Figuur 3.1
Verandering van emissie van luchtverontreinigende stoffen, 2005 – 2030



Bron: PBL/ECN

Figuur 3.2
Verandering van emissie van luchtverontreinigende stoffen, 2005 – 2030



Bron: PBL/ECN

emissieraming voor 2030 (zie figuur 3.1 en 3.2). Daarbij is een aanpassing doorgevoerd op de door de Commissie als kosteneffectief berekende emissiereductie voor $PM_{2,5}$ in 2030 van 1,9 kiloton. Deze emissiereductieopgave is in de PBL-variant met circa 1 kiloton verlaagd tot 0,8 kiloton, omdat de Commissie de kosten van fijnstofreductie in Nederland erg laag inschat (paragraaf 3.3).
Figuur 3.1 en 3.2 laten zien hoe we de reductie-verplichtingen voor de PBL-variant hebben afgeleid.
De extra emissiereducties (beleidsopgave) zoals de Commissie deze voor Nederland voorzag (pijl 1 in figuur 3.1) hebben we afgeleid op basis van het TSAP#11-rapport getiteld *The final policy scenarios of the EU clean air package* (IIASA 2014a). De beleidsopgave (pijl 1) is berekend door het verschil te nemen tussen het zogenoemde Current Legislation (CLE)-scenario van de Commissie (emissies in 2030 volgens de Commissieraming) en het B7-scenario (emissies in 2030 volgens het Commissievoorstel). Tabel 3.7 geeft de gebruikte cijfers. Het betreft hier niet afgeronde getallen uit de GAINS-database waar de Commissie zich op baseert.

Beleidsopgave voor fijnstofreductie in de PBL-variant is gebaseerd op kosteneffectiviteit
Voor $PM_{2,5}$ kon de door de Commissie berekende beleidsopgave van 1,9 kiloton in 2030 niet integraal worden overgenomen. Om deze extra reductieopgave

Tabel 3.7

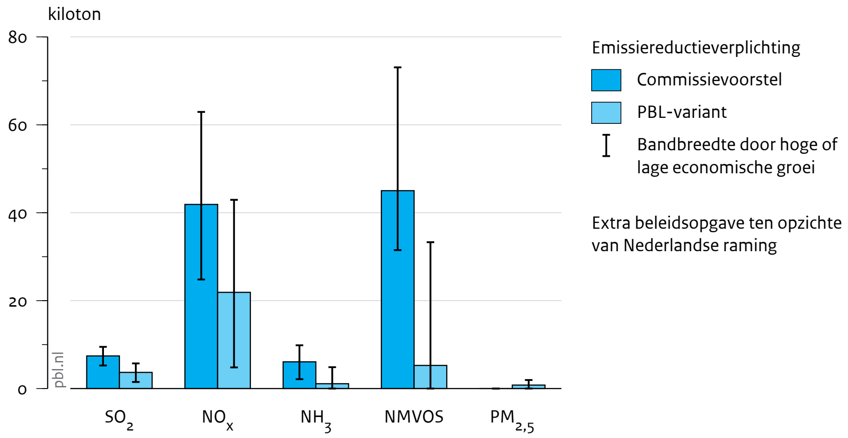
Emissies voor 2005 en 2030 volgens de berekeningen van de Commissie (in kiloton)

Stof	Emissies basisjaar 2005	Emissies raming 2030 CLE-scenario	Emissies CommissievoorstelB7-scenario 2030	Extra beleidsopgave 2030 CLE-scenario min B7-scenario
SO_2	69,9	32,3	28,7	3,7
NO_x	379,7	143,4	121,5	21,9
NH_3	145,9	110,6	109,5	1,1
NMVOS	205,0	140,5	135,3	5,3
$PM_{2,5}$	24,2	16,9	15,0	1,9

Bron: IIASA (2014b)

Figuur 3.3

Extra beleidsopgave voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

te realiseren, zouden bijna alle beschikbare Nederlandse fijnstofmaatregelen nodig zijn (hoofdstuk 4). Dit is volgens de inschattingen van het PBL niet doelmatig. Het PBL schat het potentieel aan fijnstofreductie in Nederland in 2030 op bijna 1,9 kiloton voor ruwweg 195 miljoen euro per jaar. De Commissie geeft aan dat deze reductie gerealiseerd kan worden tegen kosten van slechts 6 miljoen euro per jaar. Deze lage kostenschatting van de Commissie voor verdere fijnstofreductie in Nederland beoordeelt het PBL als niet realistisch.

We hebben in de PBL-variant de extra beleidsopgave voor $PM_{2,5}$ in 2030 dus op een andere manier afgeleid. Deze hebben we afgeleid op basis van de maximale kosteneffectiviteit van fijnstofmaatregelen (kosten per eenheid fijnstofreductie) die de Commissie nog onder haar voorstel toestaat. Deze is namelijk rechtstreeks gekoppeld aan de ambitie van het Commissievoorstel voor een kostenoptimale fijnstofreductie en daarmee gezondheidsbescherming. Het gaat dus om de kosteneffectiviteit van de duurste fijnstofmaatregel die de Commissie nog neemt. Voor Nederland kost die volgens de Commissie 31 miljoen euro per kiloton fijnstofreductie. De beleidsopgave in de PBL-variant op het voorstel hebben we daarom gebaseerd op het beschikbare potentieel aan geïnventariseerde maatregelen (door het PBL en ECN) met een kosteneffectiviteit gelijk aan of lager dan 31 miljoen euro per kiloton reductie. In hoofdstuk 4 (paragraaf 4.4.3, figuur 4.6) laten we zien dat maatregelen onder 31 miljoen euro per kiloton in totaal circa 0,8 kiloton $PM_{2,5}$ kunnen reduceren.

Tabel 3.8

Extra beleidsopgaven in 2025 en 2030 volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant, beide afgezet tegen de nationale raming voor de betreffende jaren (in kiloton)[1]

Stoffen	Extra beleidsopgave 2025 op basis van		Extra beleidsopgave 2030 op basis van	
	Commissie-voorstel	PBL-variant	Commissie-voorstel	PBL-variant
SO_2	4	2	7	4
NO_x	20	10	42	22
NH_3	3	0,4	6	1
NMVOS	23	3	45	5
$PM_{2,5}$	-1,0	0,4	-2,1	0,8

1 Een negatieve waarde betekent dat een voorgesteld emissieplafond al met de nationale raming onderschreden wordt en dat er geen beleidsopgave overblijft.

Tabel 3.9

Emissieplafonds voor 2025 en 2030 volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant (in kiloton)

Stof	Emissies			
	2025	2025	2030	2030
	Commissie-voorstel	PBL-variant	Commissie-voorstel	PBL-variant
SO_2	30	32	26	30
NO_x	151	161	117	137
NH_3	110	112	107	112
NMVOS	133	153	115	155
$PM_{2,5}$	11,8[1]	10,4	12,8	9,9

1 De 11,8 kiloton is een op het oog vreemde waarde want strenger dan het plafond voor 2030 (zie voor toelichting tabel 3.5).

Tabel 3.10

Emissiereductieverplichtingen voor 2025 en 2030 ten opzichte van 2005 (%) volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant (procentueel)

Stof	Emissiereductieverplichtigen 2005-2030			
	2025	2025	2030	2030
	Commissie-voorstel	PBL-variant	Commissie-voorstel	PBL-variant
SO_2	53	50	59	53
NO_x	59	56	68	63
NH_3	23	21	25	22
NMVOS	24	12	34	11
$PM_{2,5}$	43[1]	50	38	52

1 De 43 procent is een op het oog vreemde waarde want scherper dan de verplichting voor 2030 (zie voor toelichting tabel 3.5).

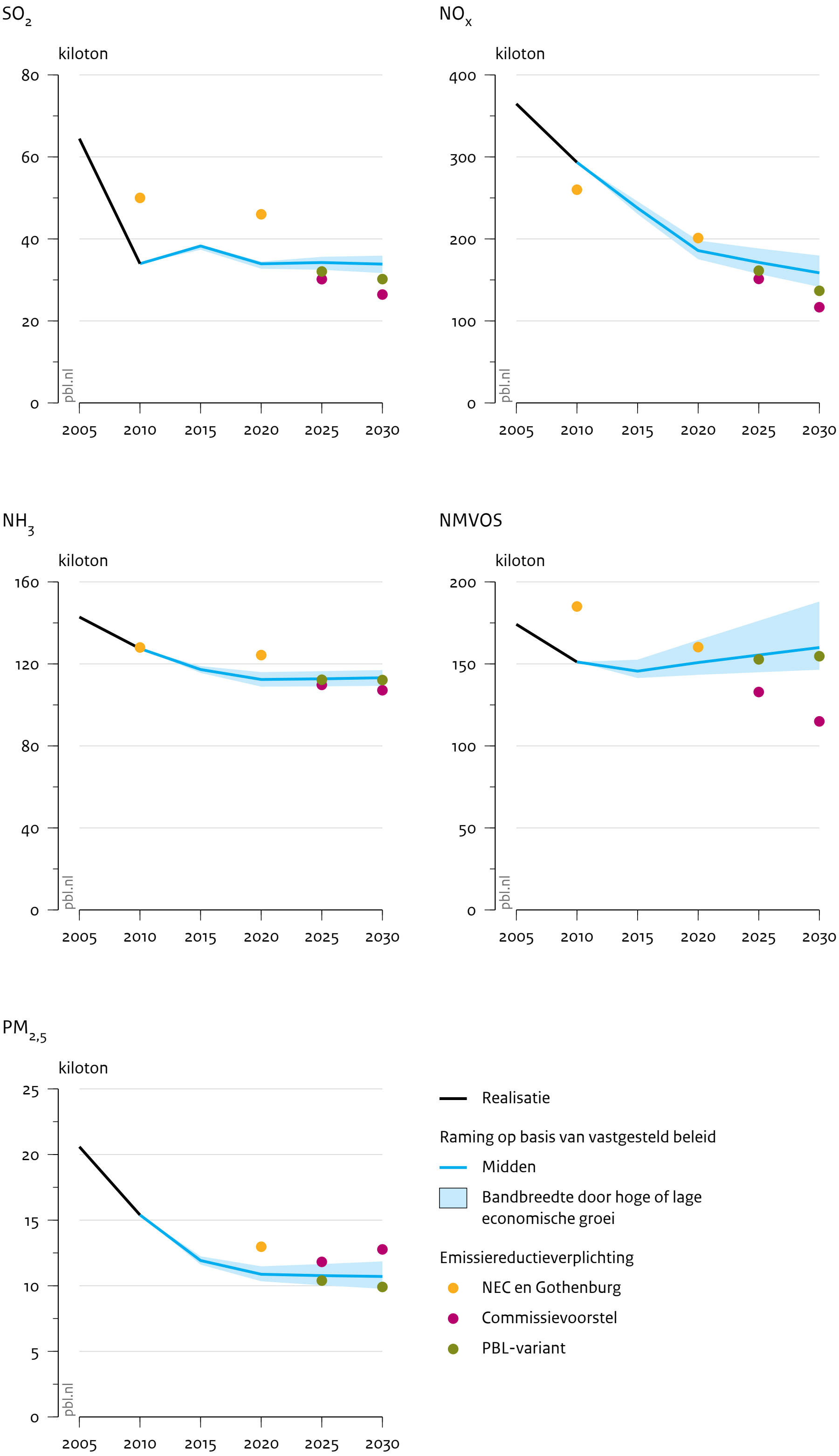
3.3 PBL-variant op het Commissievoorstel

Beleidsopgaven in PBL-variant voor vier stoffen minder scherp, voor $PM_{2,5}$ scherper
De aanpassing van de reductieverplichtingen volgens de PBL-variant resulteert in minder vergaande emissiereductieverplichtingen voor vier stoffen (SO_2, NO_x, NH_3 en NMVOS). Bij $PM_{2,5}$ is de emissiereductieverplichting in de PBL-variant scherper gesteld. Dit betekent automatisch dat voor vier stoffen ook de doorgerekende beleidsopgaven minder groot zijn dan die voor het Commissievoorstel (figuur 3.3. tabel 3.8). In absolute termen neemt de beleidsopgave bij NMVOS en NO_x het meeste af. Voor $PM_{2,5}$ ontstaat er in vergelijking met het Commissievoorstel juist een scherpere beleidsopgave.
In tabel 3.8 zijn de beleidsopgaven volgens het Commissievoorstel en volgens de PBL-variant vergeleken. De bij deze beleidsopgaven horende emissieplafonds zijn gegeven in tabel 3.9 en zijn berekend door de beleidsopgaven uit tabel 3.8 te combineren met de Nederlandse raming. In tabel 3.10 vergelijken we tot slot de reductieverplichtingen volgens het Commissievoorstel en volgens de PBL-variant.
De emissiereductieverplichting voor 2025 volgens de PBL-variant is voor alle vijf stoffen afgeleid door te interpoleren tussen de emissieraming voor 2020 en de aangepaste reductieverplichting voor 2030. De emissiereductieverplichtingen voor 2020 vloeien voort uit het herziene Gothenburg Protocol en veranderen niet in de PBL-variant.

In de voorgaande paragrafen is uitvoerig ingegaan op de omvang van de beleidsopgaven in 2030. Daarbij is het belangrijk om steeds ook het totaalbeeld niet uit het oog te verliezen. Figuur 3.4 geeft het beeld voor de vijf stoffen. De figuur geeft de trends in de verwachte emissieontwikkelingen bij doorvoering van bestaand beleid tot en met 2030, en laat zien hoe deze trends zich verhouden tot de bestaande (2010, 2020) en voorgestelde (2025, 2030) reductieverplichtingen.

Beleidsopgave wordt ook beïnvloed door de economische groei
De PBL-variant hebben we opgesteld om te laten zien wat het effect op de beleidsopgave is van de geconstateerde verschillen in emissieramingen. Gelet op het lopende beleidsproces in Europa is het mogelijk dat de hierbij opgedane inzichten leiden tot aanpassingen in de hoogte van de reductieverplichtingen.
In hoofdstuk 4 werken we de effecten hiervan op de haalbaarheid van de voorgestelde plafonds en de kosten van de verschillende benodigde maatregelenpakketten verder uit. In hoofdstuk 6 (kosten-batenanalyse) zijn alleen kosten-batensommen gemaakt voor de middenraming (paragraaf 2.1.2). Er is in de kosten-batensommen dus niet gevarieerd in economische groei. Dit was onmogelijk gelet op de beschikbare doorlooptijd voor dit project.

Figuur 3.4
Emissie van luchtverontreinigende stoffen en emissiereductieverplichtingen



Bron: PBL/RIVM

Technische haalbaarheid en kosten

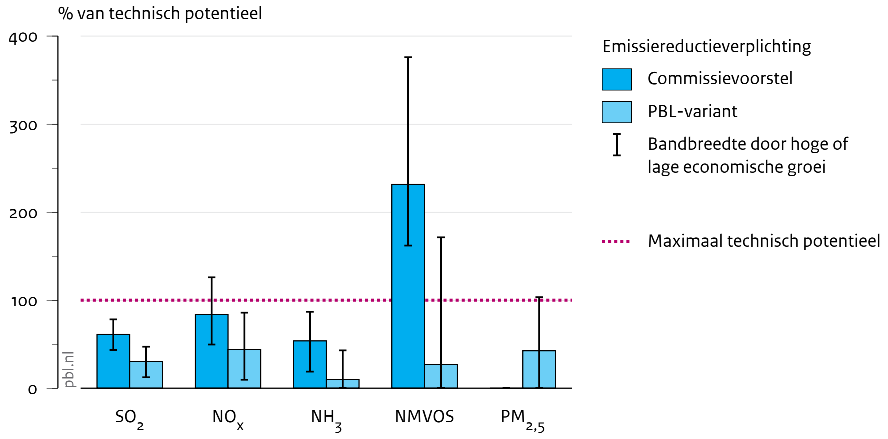
In dit hoofdstuk bespreken we eerst op hoofdlijnen de technische haalbaarheid (paragraaf 4.1) en de kosten (paragraaf 4.2) van de emissiereductieverplichtingen volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant (hoofdstuk 3). De kosten zijn vervolgens uitgesplitst per sector en bekeken in relatie tot de toegevoegde waarde van die sector (paragraaf 4.3). Daarna bespreken we in detail de maatregelenpakketten waarmee Nederland kan voldoen aan de beleidsopgaven volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant op dat voorstel. Ook gaan we in op het maximum technisch potentieel (paragraaf 4.4). In paragraaf 4.5 gaan we kort in op de haalbaarheid van mogelijke intermediaire doelen voor 2025. In paragraaf 4.6 behandelen we de potentiële bijdrage van het voorgenomen ammoniakbeleid onder de PAS. Verder biedt het Commissievoorstel de mogelijkheid om een deel van de emissiereducties te behalen bij de internationale zeescheepvaart in plaats van op land. Daarom bespreken hier ook de potentiële bijdragen van de Noordzeevaart aan de voorgestelde emissieplafonds (paragraaf 4.7). Als laatste gaan we in op de onzekerheden in de uitstoot van dieselpersonenauto's (paragraaf 4.8) en op de mogelijke neveneffecten voor luchtemissies in Nederland van het door de Europese Commissie voorgestelde klimaat- en energiepakket 2030 (paragraaf 4.9).

4.1 Technische haalbaarheid in 2030

De technische haalbaarheid van de geanalyseerde plafonds voor 2030 is beoordeeld door de beleidsopgave (oftewel de emissiereductieopgave) in 2030 te vergelijken met het beschikbare potentieel aan technische emissiereductieopties. Hierbij merken we nogmaals op dat we de haalbaarheid steeds beoordelen tegen de achtergrond van de nationale PBL-raming. Voor de haalbaarheidsanalyse maken we gebruik van het door ECN en PBL beheerde Optiedocument, met daarin een inventarisatie van technische luchtmaatregelen per stof. Op basis hiervan zijn maatregelenpakketten samengesteld waarbij de goedkope maatregelen vóór de duurdere worden genomen, een zogeheten kostenoptimaal pakket.
Zoals aangegeven in hoofdstuk 2, bevat het Optiedocument een groot aantal typische opties per stof en sector dat een beeld geeft van de reductiemogelijkheden en kosten in Nederland. Daarbij geldt wel dat het overzicht van reductieopties niet volledig is; er zijn misschien ook nog andere technische of gedragsopties mogelijk waardoor het totale reductiepotentieel groter kan uitvallen.
In de inleiding (paragraaf 1.1) is een aantal voorstellen voor bronbeleid genoemd dat de Commissie heeft gepubliceerd. De exacte effecten van de drie genoemde richtlijnen op de Nederlandse emissies zijn in deze studie niet apart ingeschat. Wel hebben we in de MKBA technische maatregelen geanalyseerd die (op hoofdlijnen) met deze drie voorgestelde richtlijnen overeenstemmen. Kijken we naar de voorgestelde Richtlijn voor nieuwe niet voor de weg bestemde mobiele machines dan gaat het in de MKBA om de opties 'Binnenvaart CCR-beleid: gebruik van SCR om NO_x emissies te reduceren' en 'Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren' (zie bijlage 1, 2 en 3). De emissie-effecten van de voorgestelde richtlijn voor middelgrote stookinstallaties zijn in Nederland zeer beperkt omdat de Nederlandse emissieregelgeving voor dit type installaties al op een vergelijkbaar of strenger niveau ligt. De ECO-design-richtlijn is een brede richtlijn die onder andere emissie-eisen stelt aan nieuwe kachels. De technische optie voor kachels die hier in de MKBA mee samenvalt is de optie 'Vervanging kachels door DINplus autonoom' (zie bijlage 1, 2 en 3 met 0,18 kiloton emissiereductie van $PM_{2,5}$).
Overige in de MKBA gegeven opties voor kachels hebben geen betrekking op een richtlijn. Deze opties betreffen de *verplichte versnelde vervanging* van oudere typen bestaande kachels en open haarden met een relatief hoge uitstoot van $PM_{2,5}$).

Figuur 4.1

Benodigd deel van technisch potentieel voor realisatie van emissiereductieverplichting, 2030



Bron: PBL/RIVM

Tabel 4.1

De extra beleidsopgaven, emissieramingen en de maximale technische reductie, 2030[1]

Stof	Emissieramingen voor 2030 [kt]	Extra beleidsopgave Commissie-voorstel 2030 [kt]	Extra beleidsopgave PBL-variant 2030 [kt]	Maximale technische reductie in Nederland in 2030 [kt]
SO_2	34 (32-36)	7 (5-9)	4 (1-6)	12,2
NO_x	159 (141-180)	42 (25-63)	22 (5-43)	50
NH_3	113 (109-117)	6 (2-10)	1 (0-5)	11,3
NMVOS	160 (146-188)	45 (31-73)	5 (0-33)	19,4
$PM_{2,5}$	10,7 (9.8-11,9)	0 (0-0)	0,8 (0-1,9)	1,9

1 De emissieraming voor 2030 is gebaseerd op een economische groei van 1,7 procent per jaar, de bandbreedte tussen haakjes betreft de raming met een lagere (links) en hogere (rechts) economische groei.

Plafonds Commissievoorstel technisch haalbaar, behalve voor NMVOS

Uit de haalbaarheidsanalyse komt naar voren dat de emissieplafonds voor 2030 uit het Commissievoorstel voor alle stoffen technisch zijn te realiseren, behalve voor niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS, figuur 4.1, tabel 4.1). Uit het Commissievoorstel vloeit geen beleidsopgave voort voor $PM_{2,5}$. De benodigde emissiereductie voor NMVOS overstijgt het beschikbare reductiepotentieel met circa 130 procent. Hierbij gaan we uit van de PBL-emissieramingen bij een economische groei van gemiddeld 1,7 procent per jaar (de zogenoemde middenraming). Bij een hoge economische groei is het gat nog groter. Zelfs wanneer we uitgaan van een relatief lage economische groei (0,9 procent per jaar), kan Nederland niet voldoen aan het voorgestelde emissieplafond voor NMVOS.

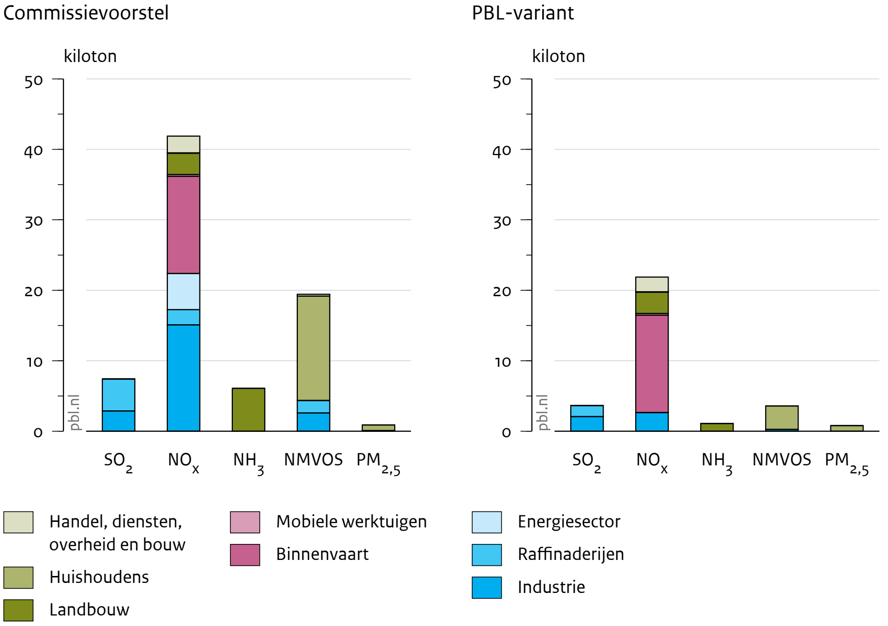
Naast onzekerheid over de toekomstige economische groei, zijn er voor de luchtmaatregelen ook onzekerheden over de kosten en effecten. Als indicatie voor de onzekerheid in de kosten nemen we een range aan van -20 en +40 procent, en voor de reductie-effecten een range van -25 en +25 procent. Er zijn echter geen aannames gemaakt over de relatie tussen deze onzekerheden en de economische groei.

Haalbaarheid NO_x-plafond in gevaar bij hoge economische groei

Bij een relatief hoge economische groei (2,7 procent per jaar) is naast het plafond voor NMVOS ook het emissieplafond voor stikstofoxiden (NO_x) niet haalbaar. Een eventueel beleidstekort bij hoge groei wordt kleiner indien er voor 2030 op de Noordzee een beheersgebied voor NO_x van kracht wordt. De Commissie heeft namelijk voorgesteld om 20 procent van de nieuwe emissiereducties bij de internationale zeevaart in 2030 te mogen gebruiken onder de toekomstige richtlijn inzake nationale emissieplafonds (zie paragraaf 4.5).

Figuur 4.2

Extra beleidsopgave voor emissiereductie naar sector, 2030



Extra beleidsopgave ten opzichte van Nederlandse raming
Toegedeeld naar sectoren op basis van kosteneffectiviteit van maatregelen

Bron: PBL/ECN

Als we kijken hoe de emissiereducties van het samengestelde maatregelenpakket bij het Commissievoorstel verdeeld zijn over economische sectoren (figuur 4.2), dan zien we het volgende: grote reducties voor NO_x bij de industrie, binnenvaart en energiesector, voor NMVOS bij huishoudens, voor zwaveldioxide (SO_2) bij raffinaderijen en voor ammoniak (NH_3) bij de landbouw. De reductieverplichting voor NMVOS is kosteneffectief te realiseren, onder andere met extra maatregelen bij bestaande kachels en open haarden in vooral de huishoudelijke sector. Deze maatregelen leiden ook tot een reductie van circa 0,8 kiloton $PM_{2,5}$. Het gegeven effect voor $PM_{2,5}$ betreft een gunstig neveneffect van de benodigde maatregelen voor NMVOS.

Reductieverplichtingen volgens de PBL-variant op Commissievoorstel zijn technisch haalbaar

Wanneer we de voorgestelde emissiereductieverplichtingen voor 2030 corrigeren voor de verschillen in emissieramingen en de kosten van fijnstofmaatregelen (PBL-variant), dan vallen de beleidsopgaven voor SO_2, NO_x, NH_3 en NMVOS in 2030 een stuk lager uit (hoofdstuk 3). Uit de haalbaarheidsanalyse van de PBL-variant komt naar voren dat de aangepaste reductieverplichtingen voor alle stoffen wel technisch zijn te realiseren, uitgaande van de middenraming bij een economische groei van 1,7 procent per jaar, ook de reductieverplichting voor NMVOS (figuur 4.1, tabel 4.1). Bij een hoge economische groei (2,7 procent per jaar) zijn de NMVOS- en $PM_{2,5}$-plafonds in deze PBL-variant niet haalbaar. Onder de condities van een lagere economische groei (0,9 procent per jaar) blijft er in de PBL-variant alleen nog een beleidsopgave over voor SO_2 en NO_x. Bij een lage economische groei zijn er volgens de PBL-variant in Nederland dus geen extra maatregelen nodig voor de verdere emissiereductie van NH_3, $PM_{2,5}$ en NMVOS.

Als we kijken naar de verdeling van de emissiereducties over economische sectoren voor het maatregelenpakket behorend bij de PBL-variant (figuur 4.2) dan zien we het volgende: de grootste reducties voor NO_x zien we in de binnenvaart en kleinere reducties in andere sectoren, voor NMVOS bij huishoudens en de industrie, voor $PM_{2,5}$ bij huishoudens (vervanging bestaande kachels) en voor SO_2 bij de industrie en raffinaderijen.

4.2 De kosten in 2030

Kosten Commissievoorstel volgens het PBL met 410 miljoen euro per jaar een factor 8 hoger dan de schatting van de Commissie zelf

De kosten van luchtmaatregelen waarmee Nederland kan voldoen aan de emissieplafonds uit het Commissievoorstel bedragen volgens het PBL jaarlijks circa

Tabel 4.2

De kosten van maatregelenpakketten zoals berekend door PBL-ECN, 2030

Stof	Kosten voor 'maatregelenpakket Commissievoorstel' [miljoen €-2010]	Kosten voor 'maatregelenpakket PBL-variant' [miljoen €-2010]
SO_2	49	16
NO_x	271	48
NH_3	27	0
NMVOS	63	0,3
$PM_{2,5}$	0	13
Totaal	410	78

410 miljoen euro (tabel 4.2). Ter vergelijking: de Commissie schat de kosten van het voorstel voor Nederland op slechts 51 miljoen euro jaarlijks (IIASA 2014; prijspeil 2010); dit is bijna een factor 8 lager. Ook is het nuttig om deze kosten van het aanvullend luchtbeleid af te zetten tegen de geschatte kosten van het huidige luchtbeleid. Voor 2011 schat het CBS (2014) de kosten voor luchtbeleid op ruim 2 miljard euro, en het IIASA (2014b) op ruim 3 miljard. Voor 2030 schat het IIASA (2014b) de kosten van het luchtbeleid in Nederland in op circa 3,7 miljard euro.

Groot deel kosten op het conto van NO_x-maatregelen

Het leeuwendeel van de 410 miljoen euro, namelijk 271 miljoen oftewel bijna 67 procent van de totale kosten, komt voor rekening van de beleidsopgave voor NO_x (figuur 4.3). Deze kosten komen vooral op het conto van maatregelen bij de industrie (121 miljoen euro), de energiesector (79 miljoen euro) en voor een kleiner deel bij de binnenvaart (30 miljoen euro) en raffinaderijen (27 miljoen euro). Verder komt 35 miljoen euro van de totale kosten bij de raffinaderijen terecht voor de SO_2-reductie, 42 miljoen euro bij de huishoudens voor de bestrijding van NMVOS en 27 miljoen euro bij de landbouw voor NH_3-reductie. Daarnaast zijn er nog wat kleinere maar niet onbelangrijke kostenposten. Voor de exacte maatregelen verwijzen we naar paragraaf 4.4.

Jaarlijkse kosten PBL-variant circa 78 miljoen euro

Aangezien de beleidsopgaven in de PBL-variant op het voorstel beter overeenkomen met de beleidsopgaven die de Commissie had bepaald, zien we dat de kostenschattingen van de Commissie en die door het PBL volgens de PBL-variant ook dichter bij elkaar liggen. De jaarlijkse kosten van luchtmaatregelen waarmee Nederland kan voldoen aan de emissiereductieverplichtingen volgens de PBL-variant bedragen circa 78 miljoen euro (tabel 4.2). De Commissie schatte, zoals eerder aangegeven, het aanvullende luchtpakket voor Nederland op jaarlijks 51 miljoen euro.

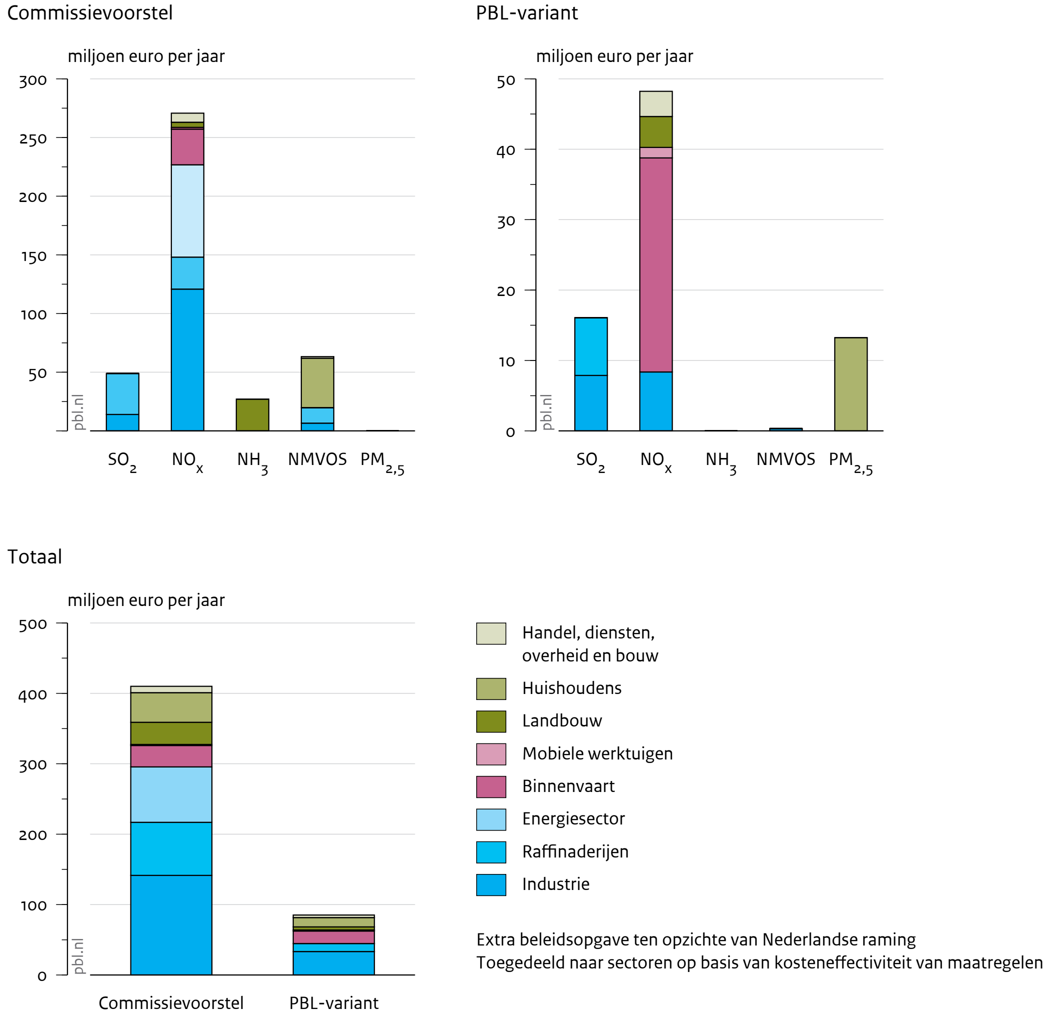
Ook voor de PBL-variant geldt dat het grootste deel van de kosten, 48 miljoen euro oftewel 62 procent van de 78 miljoen euro, voor rekening komt van de beleidsopgave voor NO_x (figuur 4.3). Deze kosten worden vooral verklaard door maatregelen bij de binnenvaart (30 miljoen euro), industrie (8 miljoen euro), handel en diensten en overheid (4 miljoen euro) en de landbouw (4 miljoen euro). Verder komt 13 miljoen euro van de totale kosten bij de huishoudens terecht voor de bestrijding van $PM_{2,5}$ en nog eens 8 miljoen euro bij de raffinaderijen (SO_2). Daarnaast zijn er nog wat kleinere kostenposten. De maatregelen voor de fijnstofreductie bij de huishoudens (vervanging van bestaande kachels en open haarden) leiden ook tot substantiële reducties van NMVOS (circa 5 kiloton).

Kostenschatting PBL-variant nog altijd hoger dan kostenschatting Commissie

In de PBL-variant zijn de reductieverplichtingen gecorrigeerd voor het gevonden verschil in historische emissiecijfers en in ramingen. Dit betekent dat de doorgerekende beleidsopgave in 2030 in de PBL-variant overeenkomt met de beleidsopgave in 2030 waar de Commissie van uitgaat in haar kostenberekeningen (zie figuur 3.1; alleen voor $PM_{2,5}$ is de beleidsopgave in de PBL-variant kleiner dan wat de Commissie aanneemt). Bij deze gelijke beleidsopgave zien we nog steeds dat de kostenschatting van de Commissie (51 miljoen euro) lager is dan de kostenschatting van het PBL voor de PBL-variant (78 miljoen euro). Dit verschil wordt verklaard doordat de Commissie de kosten van maatregelen in Nederland lager inschat dan het PBL en ECN dat doen op basis van het 'het optiedocument' (zie paragraaf 2.2). Het verschil in kosten volgens de PBL-variant en volgens de berekening van de Commissie hebben we nader geanalyseerd en naar sector uitgesplitst. Dan zien we dat de Commissie circa 32 miljoen euro aan kosten inschat voor maatregelen bij het niet-wegverkeer. Dit komt overeen met wat wij inschatten in de PBL-variant (vooral bij de binnenvaart). De Commissie geeft verder kosten

Figuur 4.3

Kosten voor extra beleidsopgave voor emissiereductie, 2030



Extra beleidsopgave ten opzichte van Nederlandse raming
Toegedeeld naar sectoren op basis van kosteneffectiviteit van maatregelen

Bron: PBL/ECN

van 16 miljoen euro voor de industrie en de energiesector. Onze inschatting voor de PBL-variant is daar hoger met 25 miljoen euro. Daarnaast geeft de Commissie nog wat kleinere kostenposten bij onder andere de raffinaderijen, huishoudens en landbouw die optellen tot ongeveer 3 miljoen euro. Onze kosteninschatting volgens de PBL-variant voor deze overige sectoren is met 21 miljoen euro relatief een stuk groter. In de kostenschatting voor de PBL-variant dragen de kosten voor deze overige sectoren dus wel degelijk bij aan het totaal, terwijl deze in de kostenschatting van de Commissie relatief verwaarloosbaar zijn.

4.3 Kosten per sector en toegevoegde waarde

De kosten volgens de berekening van het PBL voor het Commissievoorstel bedragen vanaf 2030 jaarlijks 410 miljoen euro. Daarvan moeten bedrijven 368 miljoen euro opbrengen en huishoudens 42 miljoen. Om een indicatie te geven hoe hoog deze kosten zijn, kunnen ze worden vergeleken met het totale bedrag dat in Nederland wordt verdiend en dat wordt uitgedrukt in het bruto binnenlands product (bbp). De kosten van de maatregelen bedragen dan ruim 0,05 procent van het geprognosticeerde bbp voor 2030. Deze kosten kan de samenleving als geheel opbrengen, bijvoorbeeld door de te treffen maatregelen te subsidiëren, maar er kan ook voor worden gekozen om bedrijven en huishoudens

de maatregelen zelf te laten betalen. Probleem met subsidiëring is dat dit vaak wordt beoordeeld als staatssteun, waardoor dit vaak niet geoorloofd is.
Het kostenoverzicht laat zien dat een relatief beperkt aantal sectoren een relatief groot deel van de kosten draagt. Om na te gaan welke sectoren de zwaarste kosten moeten dragen, kunnen de kosten als aandeel van de bruto toegevoegde waarde worden bepaald. Hoewel de bruto toegevoegde waarde op zich niet leidend is bij investeringsbeslissingen op bedrijfsniveau, wordt op deze wijze een maatstaf gehanteerd die aansluit bij het bbp. Dan blijkt dat de kosten het hoogste zijn voor de basismetaal- en de aardolie-industrie (raffinaderijen). Voor die sectoren bedragen de kosten een kleine 3 procent van de toegevoegde waarde. Ook voor de binnenvaart zijn de kosten nog relatief hoog, een kleine 2 procent van de toegevoegde waarde. De kosten voor de energiesector en de varkenshouderij zijn ruim 1 procent van de bruto toegevoegde waarde. Voor de bouwmaterialenindustrie en de melkveehouderij zijn de kosten ruim 0,5 procent van de bruto toegevoegde waarde, en voor de chemische industrie is dat ruim 0,25 procent. Voor de overige sectoren liggen de kosten ónder de 0,1 procent van de bruto toegevoegde waarde. Ook voor de huishoudens zijn de kosten gering. Als de kosten worden afgezet tegen de geprognosticeerde totale bestedingen van huishoudens in 2030, dan bedragen die ruim 0,01 procent van de totale bestedingen.
In de PBL-variant op het voorstel zijn in 2030 de jaarlijkse kosten 78 miljoen euro, ongeveer een vijfde van de kosten voor het Commissievoorstel. De totale kosten bedragen vanaf 2030 ongeveer 0,01 procent van het bbp. In het alternatieve voorstel blijven de kosten voor de binnenvaart ongewijzigd op 2 procent van de bruto toegevoegde waarde. Van de overige sectoren komen alleen voor de raffinaderijen de kosten boven de 0,1 procent van de bruto toegevoegde waarde uit (ruim 0,25 procent). De kosten voor de energiesector, de melkveehouderij en de varkenshouderij vallen in de PBL-variant fors lager uit dan in de PBL-berekening voor het Commissievoorstel. In de PBL-kostenschatting voor het voorstel waren de kosten voor deze sectoren relatief hoog in vergelijking met de meeste andere sectoren.
In het alternatieve voorstel (PBL-variant) zijn alle maatregelen voor deze sectoren verdwenen. Voor de huishoudens komen de kosten in de PBL-variant op minder dan een derde uit van de kosten volgens het Commissievoorstel. De kosten voor de huishoudens liggen dan ook onder de 0,005 procent van de totale bestedingen door huishoudens.
Merk op dat we hier zuiver en alleen de kosten in beeld hebben gebracht die nodig zijn om kostenoptimaal te kunnen voldoen aan de reductieverplichtingen volgens de PBL-variant. De maatregelen voor de melkvee- en varkenshouderij vallen in deze PBL-variant dus weg.
De melkvee- en varkenshouderij hebben echter in het kader van een ander beleidsspoor (de Programmatische Aanpak Stikstof) wel aangekondigd om extra maatregelen te gaan treffen om de stikstofemissies in deze sectoren te verminderen.

4.4 De maatregelenpakketten voor 2030

In deze paragraaf beschrijven we de maatregelenpakketten waarmee de beleidsopgaven volgens het Commissievoorstel (paragraaf 4.4.1) en de PBL-variant op het Commissievoorstel (paragraaf 4.4.2) kunnen worden ingevuld. De pakketten zijn gebaseerd op het door ECN en PBL beheerde Optiedocument (hoofdstuk 2). Alle beschikbare emissiereductiemaatregelen uit dit document geven het maximum technisch haalbaar potentieel (MTHP) per stof voor Nederland in 2030 (paragraaf 4.4.3). In aanvulling op de informatie over opties in dit rapport kan via de website van ECN van iedere optie een factsheet worden bekeken met daarin een gedetailleerde beschrijving van de optie en varianten daarvan, de effecten en kosten, en andere aanverwante informatie.[1] Hoewel we hier niet ingaan op de instrumentering van opties, zijn we er wel van uitgegaan dat het beleid zó wordt vormgegeven dat dit leidt tot een kosteneffectieve vermindering van emissies. De maatregelen zijn daarbij gerangschikt naar kosteneffectiviteit (van gunstige tot minder gunstige kosteneffectiviteit, in termen van miljoen euro per vermeden kiloton).

4.4.1 Het maatregelenpakket bij het Commissievoorstel

Voor de beleidsopgaven uit het Commissievoorstel (hoofdstuk 3) zijn voor alle stoffen behalve niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) voldoende opties beschikbaar. Voor NMVOS heeft Nederland met een beschikbaar potentieel van 19 kiloton onvoldoende technische maatregelen om te voldoen aan de beleidsopgave van 45 kiloton. Voor fijnstof ($PM_{2,5}$) is er uitgaande van het Commissievoorstel geen beleidsopgave voor Nederland. Wel leiden vooral de maatregelen voor de NMVOS-reductie bij huishoudens ook tot een $PM_{2,5}$-reductie van circa 0,9 kiloton. Ook vermoeden we dat een aantal zwaveldioxideopties gunstige doch beperkte neveneffecten op $PM_{2,5}$ kan hebben. Helaas konden deze laatste neveneffecten niet alle binnen het tijdsbestek van deze studie worden bepaald. Hierna bespreken we de beschikbare en ingezette maatregelen per stof behorend bij de berekening door het PBL van het Commissievoorstel. In bijlage 1 is het volledige maatregelenpakket opgenomen dat hoort bij het Commissievoorstel.

Zwaveldioxide (SO_2)
De beleidsopgave van 7,4 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen tegen totale kosten van bijna 44 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Rookgasreiniging Overige Industrie' betreft de mogelijkheden voor SO_2-reductie door (extra) gaswassing bij: glas-, baksteen- en overige bouwmaterialenindustrie; voedings- en genotmiddelen; hout- en papierindustrie, metaalbewerking en afvalverwerking. Gaswassing kan volgens de beste-beschikbare-techniek-documenten van de Europese Unie (zogenoemde BREF-documenten) plaatsvinden door middel van droog-sorbentinjectie en halfnatte of natte rookgasontzwaveling. Deze laatste techniek wordt volgens de BREF nauwelijks toegepast in de glasindustrie. De totale reductie door deze opties is circa 0,7 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 1,3 miljoen euro.
2. De optie 'Rookgasreiniging Roetfabricage' betreft het verwijderen van SO_2 uit rookgassen bij de roetproductie uit zware oliefracties en koolteeroliën afkomstig van cokesfabricage. Technisch gezien kan SO_2 met behulp van gaswassers uit het rookgas worden verwijderd. Voor zover bekend, wordt dit bij roetfabricage nergens toegepast. De totale reductie door deze optie is circa 0,5 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 1,5 miljoen euro.
3. De optie 'Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's' betreft zowel het verhogen van het verwijderingsrendement van zwavelverbindingen (waterstofsulfide en carbonylsulfide) uit de stookgassen als het verhogen van het rendement van de terugwinning van zwavel uit de 'sulphur recovery unit' (SRU). In deze optie zijn in de diverse varianten de concrete mogelijkheden voor de Nederlandse raffinagesector geïnventariseerd en in oplopende volgorde van kosteneffectiviteit geplaatst. De totale reductie door de varianten 1 en 2 van deze optie is circa 2,3 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 13,7 miljoen euro.
4. De optie ´Diepere Ontzwaveling Kooksfabrieken' betreft het vervangen van de bestaande ontzwaveling met behulp van een absorptieproces met een H_2S-verwijderingsrendement van circa 95 procent door een 'nat oxidatief proces' met een rendement van 99,9 procent. De totale reductie door deze optie is circa 0,9 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 5,1 miljoen euro.
5. De optie 'Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers' betreft het verwijderen met natronloogwassers van SO_2 dat vrijkomt tijdens het schoonbranden van de katalysators van de catcrackers. Deze optie vervangt ook een deel van een bestaand SO_2-filter. De totale reductie door deze optie is circa 2,2 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 21,2 miljoen euro.
6. De optie 'Optimalisatie Gaswasser Staalindustrie' betreft reductie van SO_2-emissies door (natte) gaswassers na een sinterfabriek te plaatsen. Er worden doekfilters gerealiseerd na de sinterfabriek; de alhier beschreven maatregel betreft een additionele reinigingsstap na deze doekfilters .De totale reductie door deze optie is circa 0,8 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 6,1 miljoen euro.

Stikstofoxiden (NO_x)
De beleidsopgave van bijna 42 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen voor circa 271 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Lage NO_x-branders bij de glastuinbouw, industrie, handel, diensten en overheid en huishoudens' heeft betrekking op verwarmingsketels met een vermogen groter dan 400 en kleiner dan 900 kilowatt. Voor de industrie, handel, diensten en overheid en huishoudens is binnen dit pakket de aanscherping van de emissie-eis tot 20 gram NO_x per gigajoule primaire aardgasinput het meest kosteneffectief. Voor de glastuinbouw past de aanscherping naar een emissie-eis van 20 gram NO_x per gigajoule ook binnen het pakket. De totale reductie door deze opties is circa 1 kiloton en er worden geen kosten voor ingeschat. Dit wordt verklaard doordat het hier om het uitfaseren van atmosferische ketels gaat die worden vervangen door verbeterde ketels. De meerkosten worden gecompenseerd door compactere bouw en verbeterd rendement, wat zodoende niet tot meerkosten leidt.
2. Bij de optie 'Uitbreiding van de emissie-eisen bij niet-wegverkeer mobiele bronnen (NRMM) voor kleine motoren (8-19kW) en grote motoren (>560kW)' gaat het om een aanscherping waarmee wordt voldaan aan de eisen van het Milieubeschermingagentschap uit de Verenigde Staten (US-EPA). Voor een kostenoptimale invulling van de beleidsopgave hier is een aanscherping voor de categorie onder 8 kilowatt niet noodzakelijk. In het pakket zit nog wel de optie om de emissie-eisen van US-EPA ook te laten gelden voor de motoren groter dan 560 kilowatt. Deze komen in de bouwsector voor. De totale reductie door deze opties is circa 0,25 kiloton en de totale kosten worden geschat op 1,5 miljoen euro.
3. Met de optie 'Extra SCR bij stationaire *bio*gasmotoren landbouw, HDO, industrie' kan in principe worden voldaan aan een emissie-eis van 28 gram NO_x per gigajoule biogasinput. De totale reductie door deze opties is circa 2,3 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 3 miljoen euro.
4. Met de optie 'Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw, HDO, industrie' kan voor motoren kleiner dan 2,5 megawattuur in principe worden

voldaan aan een emissie-eis van 28 gram NO_x per gigajoule gasinput. Voor de kleinste motoren (kleiner dan 300 kilowatt) is met 40 gram per gigajoule gerekend zodat ook nog een economisch gunstigere driewegkatalysator kan worden toegepast. De totale reductie door deze opties is circa 2,6 kiloton en de kosten worden geschat op circa 7,4 miljoen euro.

5. De optie 'Binnenvaart beleid door de Centrale Commissie Rijnvaart (CCR)' betreft een verplicht gebruik van selectieve katalytische reductie in de binnenvaart. De totale reductie door deze opties is circa 13,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 30 miljoen euro.
6. De optie 'Beperken van procesemissies in de industrie' betreft een ruwe schatting van de effecten en kosten van maatregelen voor de bestrijding van NO_x-procesemissies uit de industrie (totale verwachte emissie in 2030 bijna 14 kiloton). Het gaat om technieken als SNCR (selectieve niet-katalytische NO_x-reductie), Oxyfuel (het verbranden met zuivere zuurstof) en SCR (selectieve katalytische reductie). De totale reductie door deze opties is circa 5,7 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 34 miljoen euro.
7. De optie 'Reductie stikstofoxiden van verbrandingsemissies raffinaderijen' betreft strengere emissie-eisen voor de ketels, fornuizen en gasturbines bij de raffinaderijen door de toepassing van schonere verbrandingstechnieken (Ultra Lage NO_x-branders-ULNB), rookgascirculatie of SCR. De totale reductie door deze opties is circa 1,5 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 17,7 miljoen euro.
8. De optie 'Reductie stikstofoxiden van verbrandingsemissies industrie' betreft strengere emissie-eisen voor de ketels, fornuizen en gasturbines bij de industrie (10-200 megawattuur) door de toepassing van schonere verbrandingstechnieken (Ultra Lage NO_x-branders- ULNB), rookgascirculatie of SCR. De totale reductie door deze opties is circa 2,2 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 27 miljoen euro.
9. De optie 'Emissie-eis CV-ketels HDO stikstofoxiden' betreft een aanscherping van een emissie-eis van 15 gram NO_x per gigajoule (wat in lijn is met voorstellen voor de Ecodesign-richtlijn) naar 11 gram per gigajoule vanaf 2016. De totale reductie door deze opties is circa 0,3 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 4,1 miljoen euro.
10. De optie 'Reductie stikstofoxiden van verbrandingsemissies elektriciteitssector' geeft aan wat het potentieel zou zijn van strengere eisen aan energiecentrales (600-1.000 megawatt elektrisch). Qua technologieën gaat het om selectieve katalytische reductie (SCR) bij centrales met gasturbines en het bijplaatsen van een tweede SCR bij kolencentrales. Dit laatste is vooral indicatief bedoeld, omdat er wellicht ook nog technische mogelijkheden zijn om het verwijderingsrendement van de huidige SCR te verbeteren (groter katalysatoroppervlak, betere NH_3-dosering in combinatie met NO_x-metingen op meer plekken, betere menging afgassen en NH_3, toevoeging van niet katalytische selectieve reductie (NSCR), nog betere branders, enzovoort). Bij enkele conventionele gascentrales kunnen de lage NO_x-branders (LNB) wellicht nog vervangen worden door Ultra Lage NO_x-branders (ULNB), al dan niet in combinatie met rookgasrecycling (RGR). De totale reductie door deze opties kan circa 5,1 kiloton bedragen en de totale kosten liggen in de orde grootte van 79 miljoen euro.

Ammoniak (NH_3)

De beleidsopgave van 6 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen voor circa 27 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Aanscherping van de maximum emissie-eisen aan pluimveestallen' betreft een aanscherping van de emissie-eisen voor NH_3 uit stallen voor legkippen en vleeskuikens. Bij nieuwbouw of uitbreiding zou de NH_3-uitstoot circa 45 en 22 procent omlaag moeten voor respectievelijk legkippen en vleeskuikens ten opzichte van de standaard emissiearme stallen, ofwel 78 en 56 procent ten opzichte van niet-emissiearme stallen. De totale extra reductie door deze opties is circa 1,3 kiloton NH_3 en er zijn geen extra kosten mee gemoeid.
2. De optie 'Verlaging van het aantal stuks jongvee bij melkkoeien' betreft het verlagen van het aandeel jongvee per melkkoe met 10 procent in 2025 en 20 procent in 2030. Dit is mogelijk indien de levensduur van melkkoeien wordt verlengd met 2 lactaties (van 3,5 naar 4,5 in 2025 en van 4,5 naar 5,5 jaar in 2030) door bevordering van het welzijn van melkkoeien. De totale reductie door deze optie is circa 0,7 kiloton en er is aangenomen dat dit netto geen extra kosten met zich brengt.
3. Met de optie 'Aanscherping van de emissiearme bemesting op bouwland' mag drijfmest op bouwland niet meer bovengronds worden uitgereden en in dezelfde werkgang worden ondergewerkt. Ook is het gebruik van een sleepvoet of sleufkouter niet meer toegestaan. De mest dient direct in de grond te worden gebracht met een injecteur of een zodemester. De totale reductie door deze optie is circa 0,8 kiloton en de totale indicatieve kosten worden geschat op circa 0,6 miljoen euro.
4. Met de optie 'Aanscherping emissie-eisen stallen melkkoeien' dienen boeren emissiearme stallen te bouwen bij nieuwbouw of uitbreiding, ook als ze beweiding toepassen. Dat kan door emissiearme

vloeren, kelderaanpassingen (eventueel in combinatie met balansballen in mestkelders) of luchtwassers toe te passen. De totale reductie door deze optie is circa 2,5 kiloton en de totale indicatieve kosten worden geschat op circa 18,6 miljoen euro.

5. De optie 'Hoogrendement combiluchtwassers op varkensstallen betreft het plaatsen van hoogrendement (85 procent NH_3-reductie) combiluchtwassers op gangbare stallen (dus zonder vloer- en/of kelderaanpassingen) bij nieuwbouw of vervanging van standaard emissiearme varkensstallen (met een rendement van 50 procent reductie) en bij vervanging van de bestaande stallen met (biologische of chemische) luchtwassers (met gemiddeld 70 procent rendement). Hierdoor dalen ook de $PM_{2,5}$- en geuremissies met maximaal 80 procent. De totale reductie door deze optie is circa 1,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 16,7 miljoen euro. Deze optie vermindert eveneens de uitstoot van $PM_{2,5}$ met 0,01 kiloton in 2030. Om te voldoen aan het Commissievoorstel is echter maar de helft van de reductie door deze optie nodig.

Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

Met alle beschikbare technische maatregelen kan Nederland circa 19 kiloton reduceren in 2030 voor circa 63 miljoen euro per jaar. De beleidsopgave van 45 kiloton in 2030 kan niet worden gehaald. De beschikbare maatregelen zijn:

1. Met de optie 'Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus' worden de emissies van bestaande open haarden en houtkachels verminderd door deze verplicht te vervangen door schonere haarden en kachels die voldoen aan de Duitse DINplus-normen. De totale reductie door deze opties is circa 5 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 13,2 miljoen euro. In tegenstelling tot eerdere aannames lijkt het nu aannemelijk dat een deel van de bestaande en nieuwe haarden en kachels in de periode tot 2030 autonoom gaat voldoen aan de DINplus-normen. Hiermee kan al een reductie van 2 kiloton worden bereikt. Voor deze 2 kiloton aan autonome effecten zijn geen kosten aangenomen. Indien alle open haarden en kachels worden vervangen door DINplus-kachels, leidt dit ook tot een vermindering van de $PM_{2,5}$-emissies van circa 0.8 kiloton.
2. De optie 'Maatregelen industriële verftoepassingen' betreft het verder overgaan op watergedragen lakken, vervanging van oplosmiddelrijke door oplosmiddelarme verven en het overgaan op poedercoaten. Totale reductie door deze optie is circa 1,7 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 2,1 miljoen euro.
3. Herziening en uitbreiding van de EU-verfrichtlijn voor consumenten, handel, diensten en overheid. Door aanpassing (definities, grenswaarden, uitbreiding van het bereik) van deze richtlijn zijn nog diverse reducties mogelijk volgens een rapport van Ökopol (2009). Voor consumenten gaat het om andere grenswaarden voor binnenhuisverf, etiketteringseisen voor haarlak en grenswaarden voor vloerlijm, haarlak en ruitenreiniger (totale reductie circa 3,3 kiloton). Een forse reductie (6,5 kiloton) kan in 2030 ook worden bereikt door strengere eisen aan deodorant. In de handel, diensten en overheid zijn er nog beperkte mogelijkheden om bijvoorbeeld de producteisen aan te scherpen voor schoonmaakmiddelen voor voertuigen. De totale reductie door deze opties is circa 10,1 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 30,1 miljoen euro.
4. De optie 'NMVOS-reductie Raffinagesector' bevat diverse maatregelen bij de opslag en overslag van aardolieproducten. Mogelijke technieken hiervoor zijn: betere afdichting van drijvende daken van olietanks, het toepassen van vaste daken bij olietanks met enkel een drijvend dak en 'vapor recovery units' (VRU's) bij de overslag van aardolieproducten. In deze optie zijn in de diverse varianten de concrete mogelijkheden voor de Nederlandse raffinagesector geïnventariseerd en in oplopende volgorde van kosteneffectiviteit geplaatst. De totale reductie door deze opties is circa 1,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 13,9 miljoen euro.
5. De optie 'Maatregelen industrieel reinigen en ontvetten' betreft het verder overgaan van de schoonmaakmiddelen Tri en Per naar watergedragen systemen en de verdere afname van open gebruik van Tri en Per. Totale reductie door deze optie is circa 0,9 kiloton en de totale kosten bedragen circa 4,5 miljoen euro.

4.4.2 Het maatregelenpakket bij de PBL-variant op het Commissievoorstel

Ten opzichte van het Commissievoorstel zijn de beleidsopgaven volgens de PBL-variant op het voorstel substantieel lager, behalve voor $PM_{2,5}$. De PBL-variant bevat wel een beleidsopgave voor $PM_{2,5}$ (zie hoofdstuk 3). Voor al deze beleidsopgaven in de PBL-variant heeft Nederland voldoende technische maatregelen beschikbaar. Het gedetailleerde maatregelenpakket bij de PBL-variant is opgenomen in bijlage 2. Hieronder is een meer globale beschrijving gegeven van de maatregelen per stof. Omdat het maatregelenpakket bij de PBL-variant voor alle stoffen behalve $PM_{2,5}$ een uitsnede is van het maatregelenpakket bij het Commissievoorstel, verwijzen we voor een meer gedetailleerde beschrijving van de opties dan ook naar de vorige paragraaf en naar de factsheets op de website van ECN.

Zwaveldioxide (SO_2)
De beleidsopgave van 3,7 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen tegen totale kosten van bijna 16,1 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Rookgasreiniging Overige Industrie' reduceert circa 0,7 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 1,3 miljoen euro.
2. De optie ´Rookgasreiniging Roetfabricage´ reduceert circa 0,5 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 1,5 miljoen euro.
3. De optie 'Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's' reduceert circa 1,1 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 3,9 miljoen euro.
4. De optie 'Diepere Ontzwaveling Kooksfabrieken' reduceert circa 0,9 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 5,1 miljoen euro.
5. De optie 'Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers' reduceert binnen het pakket 'PBL-variant' circa 0,5 kiloton en de kosten worden geschat op bijna 4,4 miljoen euro.

Stikstofoxiden (NO_x)
De beleidsopgave van 21,9 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen tegen totale kosten van bijna 48 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Lage NO_x-branders bij de glastuinbouw, industrie, handel, diensten en overheid en huishoudens' reduceert circa 1 kiloton en er worden geen extra kosten voor ingeschat.
2. De optie 'Uitbreiding van de emissie-eisen bij nietwegverkeer mobiele bronnen (NRMM) voor kleine motoren (8-19 kW) en grote motoren (>560kW)' reduceert circa 0,25 kiloton en de totale kosten worden geschat op 1,5 miljoen euro.
3. De optie 'Extra SCR bij stationaire *bio*gasmotoren landbouw, HDO, industrie' reduceert circa 2,3 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 3 miljoen euro.
4. De optie 'Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw, HDO, industrie' reduceert circa 2,5 kiloton en de kosten worden geschat op circa 6,8 miljoen euro.
5. De optie 'Binnenvaart beleid door de Centrale Commissie Rijnvaart (CCR)' reduceert circa 13,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 30 miljoen euro.
6. De optie 'Beperken van procesemissies in de industrie' reduceert circa 1,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 4,5 miljoen euro.
7. De optie 'Reductie stikstofoxiden van verbrandingsemissies industrie' reduceert binnen het pakket 'PBL-variant' circa 0,3 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 2 miljoen euro.

Ammoniak (NH_3)
De beleidsopgave van 1,1 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de maatregel 'Aanscherping van de maximum emissie-eisen aan pluimveestallen'. Deze reduceert binnen het pakket 'PBL-variant' circa 1,1 kiloton en er zijn geen extra kosten mee gemoeid.

Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)
De beleidsopgave van 5,3 kiloton in 2030 wordt voor 5 kiloton al gehaald met de neveneffecten van de fijnstofmaatregelen (zie hierna). De resterende 0,3 kiloton kan worden ingevuld met de 'Maatregelen industriële verftoepassingen'. De totale kosten worden geschat op circa 0,3 miljoen euro.

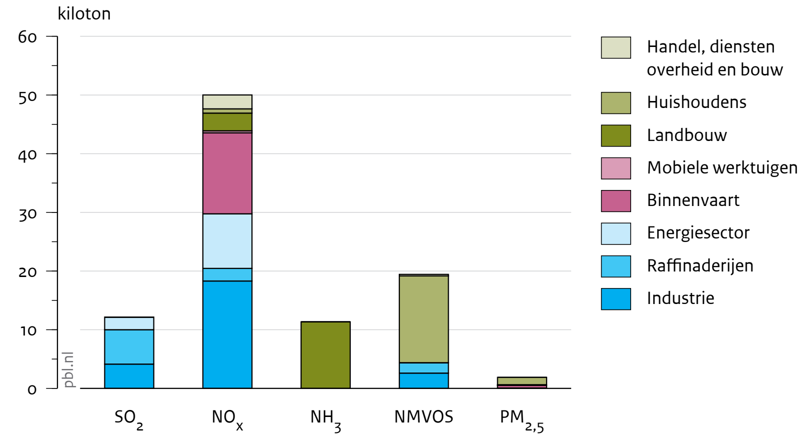
Fijnstof ($PM_{2,5}$)
De beleidsopgave van 0,8 kiloton in 2030 kan worden ingevuld met de volgende maatregelen tegen totale kosten van bijna 13,2 miljoen euro per jaar:

1. De optie 'Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus' reduceert de fijnstofemissies met circa 0,8 kiloton en de totale kosten worden geschat op circa 13,2 miljoen euro. Zoals eerder vermeld, vermindert deze optie zowel $PM_{2,5}$ als NMVOS. Daarom hebben we bij NMVOS in de PBL-variant wel de effecten van deze maatregel meegenomen maar niet de kosten.
2. De optie Uitbreiding van de emissie-eisen bij nietwegverkeer mobiele bronnen (NRMM) voor kleine motoren (8-19kW)' reduceert binnen het PBL-pakket slechts 0,007 kiloton. Het betreft hier de neveneffecten van de maatregel die wordt getroffen om aan de NO_x-beleidsopgave te voldoen. Vandaar dat hier geen kosten hoeven te worden berekend.

4.4.3 Het maximum technisch potentieel van luchtmaatregelen in 2030 en kostencurven

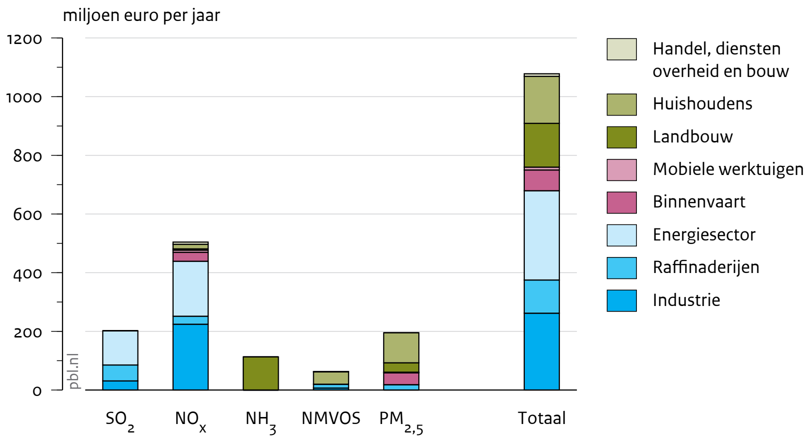
Als we alle maatregelen uit het Optiedocument per stof bij elkaar optellen, dan krijgen we het maximum technisch potentieel van de luchtmaatregelen (figuur 4.4). Het gedetailleerde maatregelenpakket volgens het maximum technische potentieel is opgenomen in bijlage 3. De kosten van al deze maatregelen apart bij elkaar opgeteld bedragen ruim 1 miljard euro (figuur 4.5). Bij dit bedrag is nog geen rekening gehouden met uitsluiting van maatregelen als deze tegelijk worden genomen. De kosten zullen dus wat lager uitvallen als het geheel als één pakket wordt beschouwd en er voor de neveneffecten van maatregelen wordt gecorrigeerd. De helft van deze maximale kosten komt op het conto van de NO_x-maatregelen.
In figuur 4.6 is het reductiepotentieel van de maatregelen in 2030 afgezet tegen de jaarlijkse kosten van de maatregelen in 2030, waardoor een kostencurve ontstaat. Voor NO_x, NH_3 en NMVOS is te zien dat de verdergaande

Figuur 4.4
Maximaal technisch potentieel voor emissiereductie naar sector, 2030



Bron: PBL/ECN

Figuur 4.5
Kosten van maximaal technisch potentieel voor emissiereductie, 2030



Bron: PBL/ECN

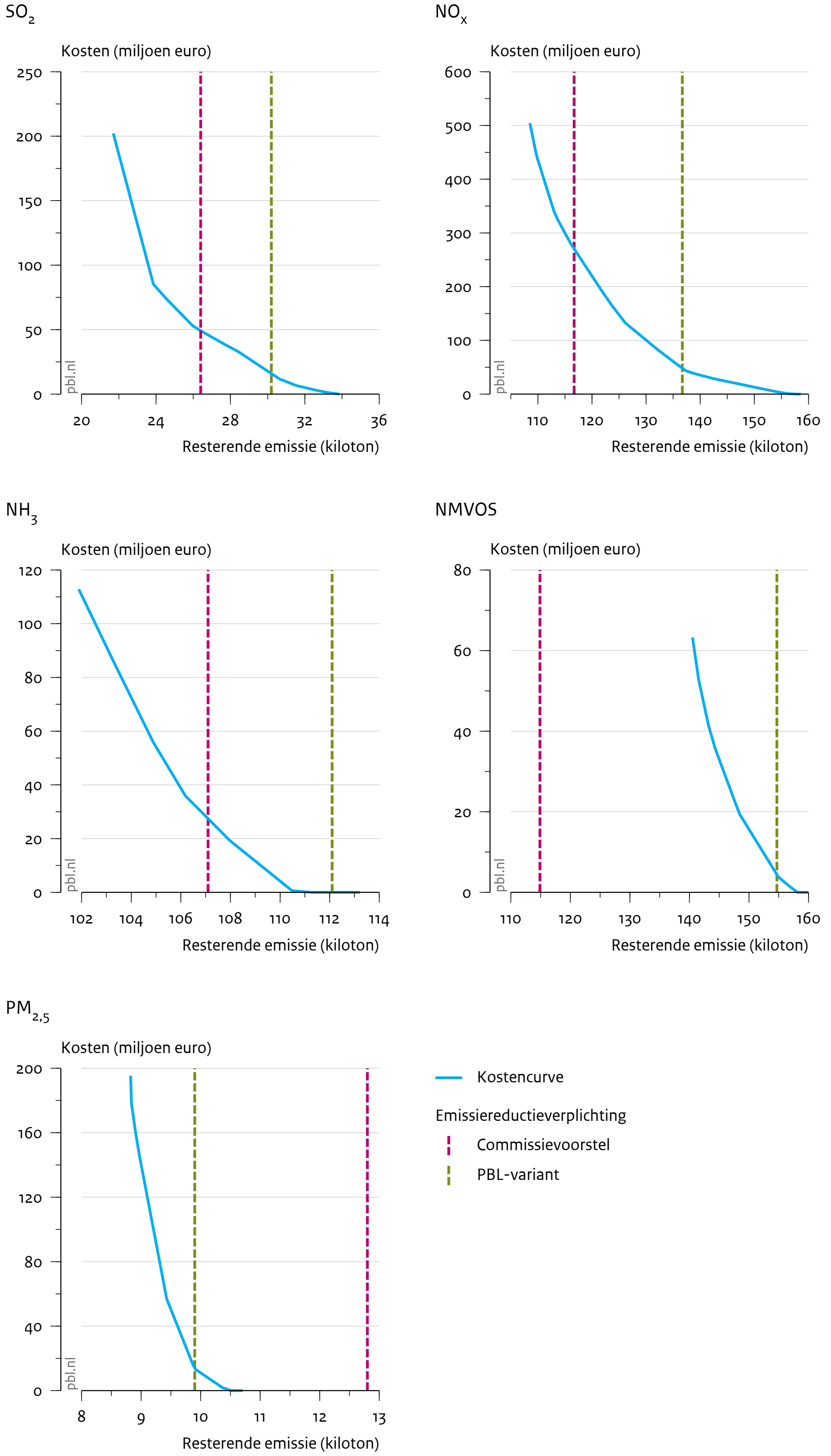
beleidsopgaven volgens het Commissievoorstel duidelijk leiden tot hogere kosten. Voor SO_2 valt dit mee. Verder zien we dat er bij NMVOS onvoldoende technische opties zijn om aan het Commissievoorstel te voldoen. Ook zien we dat er geen reducties nodig zijn om het Commissievoorstel voor $PM_{2,5}$ in 2030 te halen.

4.5 Technische haalbaarheid intermediaire doelen 2025

Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven, is voor 2025 besloten om in de richtlijn doelstellingen op te nemen die het midden houden tussen de emissieniveaus in 2020 en de doelen voor 2030. De emissieniveaus in 2020 interpreteren we als de emissies die in 2020 daadwerkelijk worden gerealiseerd. Aangezien de definitieve emissie-inventarisatie over 2020 pas in 2022 gereed zal zijn, gaan we tot die tijd uit van geraamde emissieniveaus voor 2020. We refereren daarom aan de doelen voor 2025 als zijnde indicatieve of voorlopige doelen. De Commissie stelt verder dat de doelen voor 2025 alleen gelden onder de voorwaarde dat deze haalbaar moeten zijn met maatregelen die geen disproportionele kosten met zich brengen. Wat disproportioneel inhoudt, is in het Commissievoorstel niet nader gedefinieerd.

Figuur 4.6

Kostencurves van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

Tabel 4.3
Indicatieve extra beleidsopgaven in 2025 en indicatief maximum reductiepotentieel in 2025

	Emissieraming 2025 [kiloton]	Extra beleidsopgave 2025 [kiloton]		Indicatie van maximale technische reductie in 2025 [kiloton]
		Commissie-voorstel	PBL-variant	
SO_2	34 (32-36)	4 (2-5)	2 (0-4)	12
NO_x	171 (157-188)	20 (6-37)	10 (0-27)	40
NH_3	113 (109-116)	3 (0-7)	0 (0-4)	9
NMVOS	155 (145-176)	23 (12-43)	3 (0-24)	18
$PM_{2,5}$	10,8 (10-11,6)	0 (0-0)	0,4 (0-1,3)	1,5

NMVOS-doel onhaalbaar, ook risico's bij andere stoffen
Hier beoordelen we de haalbaarheid en kosten van de indicatieve beleidsopgaven (of plafonds) voor 2025 tegen een maximum potentieel in 2025 (tabel 4.3). De indicatieve beleidsopgaven voor 2025 zijn ongeveer de helft van de beleidsopgaven voor 2030. Het maximum potentieel in 2025 is afgeleid uit inschattingen voor reductie-effecten in 2020 en 2030 volgens het Optiedocument. Gemiddeld voor de meeste stoffen blijkt het potentieel in 2025 tussen de 80 tot 90 procent van het potentieel in 2030, behalve bij SO_2. Voor de meeste SO_2-maatregelen is de inschatting dat het potentieel voor 2030 ook al in 2025 beschikbaar kan zijn. Het gaat dan vooral om efficiëntere filters bij de grote industrie. Van sommige maatregelen kan het volledige potentieel misschien al rond 2020 beschikbaar zijn. Voor andere maatregelen kan dit anders (later) liggen, bijvoorbeeld als de implementatie samenhangt met de planning van grootschalig onderhoud.
Bij meerdere NO_x-maatregelen zijn de reductie-effecten in 2025 afhankelijk van strengere eisen die pas gaan gelden bij nieuwbouw of revisie. Dit geldt onder andere bij de binnenvaart wat betreft de invoering van SCR. Hierdoor is het reductiepotentieel voor NO_x in 2025 tussen de 10 en 20 procent lager dan in 2030. Bij NH_3 valt de reductie in 2025 circa 20 procent lager uit dan in 2030. Dit komt onder andere doordat de invoering van nieuwe stallen met aangescherpte eisen geleidelijk verloopt. Het maximale reductiepotentieel voor NMVOS in 2025 is circa 5-10 procent lager dan in 2030. Dit wordt verklaard doordat is aangenomen dat consumenten steeds meer VOS-houdende producten gaan gebruiken. Hierdoor kunnen maatregelen in de toekomst ook een steeds grotere reductie opleveren. Van de overige NMVOS-maatregelen, zoals de verplichte vervanging van hout--kachels en open haarden, is aangenomen dat deze al rond 2025 te realiseren zijn.
Het potentieel van alle fijnstofmaatregelen in 2025 is circa 90 procent van het potentieel in 2030. Dit kleinere potentieel wordt mede verklaard door een geleidelijke invoering van fijnstoffilters bij de binnenvaart.

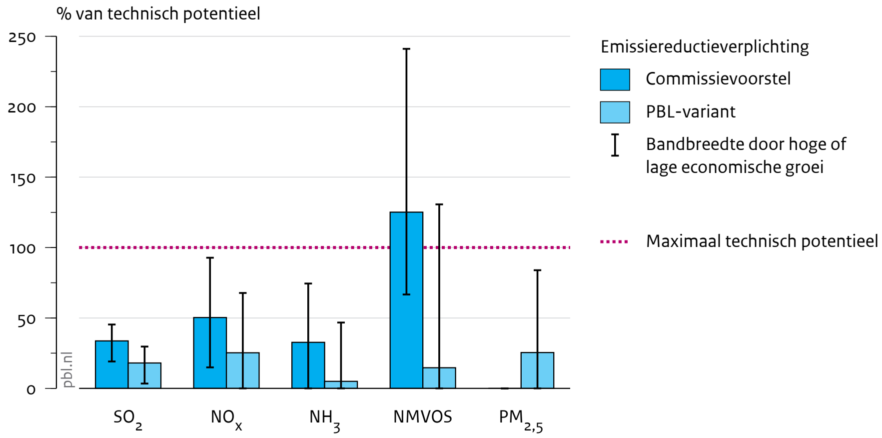
Het maatregelenpakket bij de PBL-variant leunt overigens, net als bij NMVOS, sterk op de reductie-effecten door de vervanging van bestaande kachels en open haarden door een DinPlus-gecertificeerde kachel of open haard. Aangenomen is dat deze vervanging al in 2015 te realiseren is.
Met de informatie over de maximum reductiepotentiëlen in 2025 is een haalbaarheidsbeoordeling voor 2025 uitgevoerd. Hieruit volgt dat alleen het indicatieve emissieplafond voor NMVOS in 2025 volgens het Commissievoorstel niet haalbaar is als we uitgaan van een gemiddelde economische groei (tabel 4.3, figuur 4.7). Het aangepaste plafond voor 2025 volgens de PBL-variant op het Commissievoorstel is wel haalbaar. Echter, bij een hoge economische groei kan ook onder de PBL-variant de haalbaarheid van het aangepaste NMVOS-plafond volgens de PBL-variant in gevaar komen.
Er is ook indicatief gekeken naar totale kosten van de luchtmaatregelenpakketten bij het Commissievoorstel en de PBL-variant in 2025. Hierbij hebben we ons gebaseerd op de inzichten rond de kosten en effecten van luchtmaatregelen voor 2020 en 2030 uit het Optiedocument. Uit de kostenanalyse van de maatregelenpakketten bij het Commissievoorstel en de PBL-variant in 2025 volgt dat deze ongeveer de helft zullen zijn van de kosten die voor 2030 worden ingeschat.

4.6 De potentiële bijdrage van het voorgenomen ammoniakbeleid onder de PAS

Het Commissievoorstel voor NH_3 is ambitieuzer dan het voorgenomen PAS-beleid
Zoals eerder is aangegeven, is de door de Commissie voorgestelde emissiereductieverplichting van 25 procent voor NH_3 tussen 2005 en 2030 technisch haalbaar. Deze reductieverplichting komt overeen met een emissieplafond van 107 kiloton in 2030. Met bestaand beleid daalt de verwachte NH_3-emissie volgens de

Figuur 4.7

Benodigd deel van technisch potentieel voor realisatie van emissiereductieverplichting, 2025



Bron: PBL/RIVM

Tabel 4.4

Resterende beleidsopgave voor NH_3 voor het Commissievoorstel in 2030 na doorvoering van het voorgenomen PAS-beleid; afgezet tegen de (midden)raming uit deze MKBA en afgezet tegen de bovenraming uit de PAS (in kiloton)

	Emissieraming 2030 zonder PAS	Emissies 2030 met PAS	Resterende beleidsopgave na doorvoering PAS[3]
(Midden)raming uit deze MKBA[1]	113	103-109	-4 tot +2
Bovenraming uit de PAS[2]	119	109-115	+2 tot +8

1 Deze MKBA gaat uit van de meest waarschijnlijke middenraming van 113 kiloton NH_3 in 2030 (Velders et al. 2014) .

2 De PAS gebruikt een bovenraming van 119 kiloton NH_3-in 2030.

3 Verschil tussen de raming voor 2030 en het NH_3-plafond voor 2030 op basis van het Commissievoorstel (107 kiloton).

middenraming tot 113 kiloton in 2030. Om te voldoen aan het voorgestelde plafond, moet Nederland in 2030 dan 6 kiloton reduceren. Dit kan door ruim 50 procent van het beschikbare emissiereductiepotentieel in te zetten.
Niet zeker is of het voorgenomen NH_3-beleid uit de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) voldoende is voor dit voorgestelde NH_3-plafond. Het kabinet beoogt met de PAS de ecologische doelen voor stikstofgevoelige natuur te realiseren en tegelijkertijd ruimte te scheppen voor nieuwe economische activiteiten in de buurt van gebieden met dergelijke natuur (PAS-natuurgebieden). Hiervoor worden in de PAS aan de ene kant generieke emissiereductiemaatregelen ingezet die in 2030 tot een extra nationale NH_3-reductie van 10 kiloton moeten leiden. Aan de andere kant is een 'teruggaaf' van 0 tot 5,6 kiloton NH_3 mogelijk ten behoeve van extra economische activiteiten. Generieke PAS-maatregelen kunnen aldus leiden tot een extra emissiereductie van tussen de 4,4 en 10 kiloton in 2030. Ten opzichte van de in deze MKBA gebruikte middenraming zou de NH_3-emissie in 2030 dan uitkomen tussen de 109 en 103 kiloton; dat is 2 kiloton boven het voorgestelde plafond, dan wel 4 kiloton eronder (tabel 4.4). Uitgaande van de middenraming is het voorgestelde NH_3-plafond dus haalbaar met de PAS-maatregelen, maar alleen als de teruggaaf wordt beperkt tot maximaal 4 kiloton.
Merk op dat in de PAS niet wordt gewerkt met de middenraming. De PAS werkt met een raming met hoge economische groei. De bovenraming waar de PAS van uitgaat, komt in 2030 met 119 kiloton circa 6 kiloton hoger uit dan de middenraming. Uitgaande van deze hogere raming, de PAS-maatregelen en de 'teruggaaf', zou de NH_3-emissie in 2030 uitkomen tussen de 109 en 115 kiloton. Uitgaande van deze PAS-bovenraming zou er dus, ook na doorvoering van de generieke PAS-maatregelen, nog een beleidsopgave overblijven van tussen de 2 en 8 kiloton om in 2030 te kunnen voldoen aan het voorgestelde emissieplafond uit het Commissievoorstel (tabel 4.4).

Het voorgenomen NH_3-beleid uit de PAS brengt de PBL-variant binnen bereik

Het NH_3-plafond volgens de PBL-variant bedraagt 112 kiloton, oftewel 5 kiloton meer dan het plafond

volgens het Commissievoorstel. Gaan we dan uit van de in deze MKBA gebruikte middenraming (113 kiloton in 2030), en houden we rekening met het voorgenomen NH_3-beleid uit de PAS en de 'teruggaaf', dan zou de NH_3-emissie in 2030 uitkomen tussen de 109 en 103 kiloton. Het voorgenomen beleid uit de PAS is dan voldoende om aan de reductieverplichting volgens de PBL-variant te voldoen.
Gaan we uit van de hogere bovenraming die de PAS gebruikt (119 kiloton in 2030), dan zou de NH_3-uitstoot met het voorgenomen PAS-beleid en de 'teruggaaf' in 2030 uitkomen tussen de 109 (geen teruggaaf) en 115 kiloton (5,6 kiloton teruggaaf). Bij deze hogere bovenraming is het plafond volgens de PBL-variant haalbaar met de PAS-maatregelen, maar alleen als de 'teruggaaf' beperkt wordt tot maximaal 3 kiloton.

4.7 De potentiële bijdrage van emissiereducties bij de internationale zeevaart

Zeevaartmaatregelen mogen deels meedoen onder de NEC

Het voorstel voor de nieuwe NEC-richtlijn biedt lidstaten de mogelijkheid om een deel van de benodigde emissiereductie in te vullen via beleidsmaatregelen bij de internationale zeescheepvaart. Dit is nieuw, omdat de uitstoot en beleidseffecten bij de internationale zeescheepvaart tot nu toe geen rol speelden onder de NEC-richtlijn. Hiermee wil de Commissie de EU-landen meer mogelijkheden geven om hun emissiereductieopgaven in te vullen. Als randvoorwaarde stelt de Commissie dat het moet gaan om additionele maatregelen ten opzichte van het bestaande beleid van de Europese Unie. Verder moeten de effecten plaatsvinden in de nationale territoriale wateren of exclusieve economische zones van een lidstaat en mogen de effecten door de lidstaten voor maximaal 20 procent worden ingezet om hun beleidsopgaven voor SO_2, NO_x en $PM_{2,5}$ mee in te vullen. Als laatste stelt de Commissie in dit kader nog voorwaarden aan de monitoring en inspectie en aan de kwantificering van de effecten.

Wordt de Noordzee ook een beheersgebied voor NO_x?

Wat betreft mogelijk additioneel beleid spreken de acht Noordzeelanden sinds 2011 over de mogelijkheid om de Noordzee aan te wijzen als een emissiebeheersgebied voor NO_x (een zogenoemde NO_x Emission Control Area (NECA)). In een dergelijk gebied moeten nieuwe zeeschepen met een motorvermogen boven de 130 kilowatt voldoen aan emissie-eisen die 75 procent lager liggen dan de huidige emissienormen. Omdat de typische Nederlandse zeevissersboten over meer vermogen dan 130 kilowatt beschikken (LEI 2014) zouden de nieuwe vissersboten ook onder deze regels gaan vallen. Conform de afspraken van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) uit 2008 zouden alleen nieuwe zeeschepen die vanaf 2016 worden gebouwd onder deze strenge eisen vallen. Deze ingangsdatum is overigens nog onderwerp van discussie. Zo zijn ingangsdata genoemd tussen 2016 en 2021. Op dit moment is nog onduidelijk of de Noordzeelanden wel tot een aanvraag gaan komen bij de IMO. Sinds 2007 is de Noordzee al wel formeel aangewezen als een beheersgebied voor SO_2, wat al tot forse reductie heeft geleid van zowel de SO_2- als $PM_{2,5}$-emissies

NO_x-beheersgebied kan substantieel bijdragen onder de NEC

Inschattingen van emissiereducties door een NECA zijn eerder gedaan in het kader van twee internationale onderzoeken naar de effecten van een NECA op de Noordzee op de milieubaten en kosten (zie Danish EPA 2012; Hammingh et al. 2012). Daaruit kwam naar voren dat de baten hoger waren dan de kosten. Op basis van die onderzoeken is voor deze studie een indicatieve schatting gemaakt van de emissiereducties op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) bij invoering van een NECA per 2016 of 2021 en met als zichtjaren 2025 en 2030 (tabel 4.5). Hierbij is voor het NCP dezelfde relatieve afname van de NO_x-emissies verondersteld als is berekend voor de hele Noordzee. Duidelijk is dat als de looptijd van een NECA korter is, het reductie-effect dat onder de NEC-richtlijn kan worden meegenomen kleiner is. Dit wordt verklaard doordat alleen nieuwe schepen na de ingangsdatum aan de strengere emissienormen moeten voldoen en zeeschepen maar langzaam worden vervangen (gemiddelde levensduur van 25-30 jaar).
Uit de berekeningen volgt dat in 2025 mogelijk circa 1,7 tot 3,6 kiloton NO_x-reductie op het NCP kan worden gebruikt onder de nieuwe NEC-richtlijn, afhankelijk van de ingangsdatum. In 2030 gaat het om circa 3,3 tot 6,2 kiloton, afhankelijk van de ingangsdatum. Een NECA kan in 2030 dus een substantiële bijdragen leveren onder de NEC als we deze vergelijken met de beleidsopgaven van 42 kiloton (Commissievoorstel) of 22 kiloton (PBL-variant) (zie hoofdstuk 3)

Beheersgebied voor stikstof op de Noordzee op zich kosteneffectief, maar aanvullende regels van de Commissie maken dit duur

De Commissie heeft vergelijkende analyses laten uitvoeren door IIASA (2013) en VITO (zie Campling et al. 2013) naar de kosteneffectiviteit van zeevaart- en landmaatregelen voor alleen 2025. Uit die analyses komt naar voren dat de geanalyseerde emissiereducties voor SO_2, NO_x en $PM_{2,5}$ in de EU28 niet goedkoper kunnen worden ingevuld met aanvullende

Tabel 4.5

Emissiereducties NECA Noordzeevaart die Nederland mag gebruiken onder het Commissievoorstel, 2030[1]

Ingangsdatum NECA	Emissiereducties (NECA) bij de Noordzeevaart op het National Continentaal Plat (kiloton)		
	2020	2025[2]	2030
2016	0,9 (0,5-1,5)	3,6 (3-5)	6,2 (5-8)
2021		1,7 (1-3)	3,3 (3-5)

1 De bandbreedte is gebaseerd op een lage inschatting van efficiencyverbeteringen in combinatie met een hoge economische groeiverwachting, en een hoge inschatting van efficiencyverbeteringen in combinatie met een lage economische groeiverwachting.
2 2025 betreft een interpolatie tussen berekende waarden voor 2020 en 2030.

emissiebeheersgebieden voor SO_2 (SECA) en NO_x (NECA). Wanneer er geen SECA op de Middellandse Zee wordt meegenomen en er van goedkopere zwavelmaatregelen wordt uitgegaan, blijken de kosten van het pakket met zee- en landmaatregelen wel vergelijkbaar met een pakket met alleen landmaatregelen. Of een NECA op alleen de Noordzee past in een kostenoptimaal luchtpakket heeft de Commissie niet geanalyseerd. Voor Nederland en de andere Noordzeelanden is dat wel van belang gezien de lopende discussie. Verder zou een NECA op de Noordzee, gezien de relatief hoge dichtheid van scheepvaartactiviteiten en de nabijgelegen hoge bevolkingsconcentraties, tot één van de meest kosteneffectieve NECA's in Europa moeten behoren. Bijna 90 procent van de totale scheepvaartemissies op de Noordzee wordt uitgestoten binnen 50 nautische mijlen (circa 90 kilometer) uit de kust.

Om meer zicht te krijgen op de vraag hoe kosteneffectief een NECA op de Noordzee is ten opzichte van NO_x-maatregelen op land hebben we een aantal analyses gedaan. Zo hebben we de toegepaste emissiereducties en kosten van landmaatregelen onder het Commissievoorstel geanalyseerd voor de acht Noordzeelanden en vergeleken met de effecten en kosten van een NECA. Hierbij hebben we gegevens van IIASA en VITO gebruikt, maar ook die uit de eerdere NECA kosten-batenstudie (zie Danish EPA 2012; Hammingh et al. 2012). VITO heeft in opdracht van de Commissie een aantal analyses uitgevoerd van de reducties en kosten van een NECA op de Noordzee voor 2020, 2030 en 2050.

De Commissie begroot voor de acht Noordzeelanden bij elkaar de NO_x-reducties op land voor 2030 op 227 kiloton tegen 209 miljoen euro (prijspeil 2010). Dit levert een gemiddelde kosteneffectiviteit op van 0,9 euro per vermeden kilogram NO_x. Voor Nederland liggen die cijfers iets anders. Voor Nederland berekent de Commissie in 2030 een reductie van 21,9 kiloton tegen 33 miljoen euro kosten (gemiddelde kosteneffectiviteit van 1,5 miljoen euro per kiloton). Diezelfde 21,9 kiloton reductie kost op basis van nationale kostenschattingen circa 48 miljoen (gemiddelde kosteneffectiviteit van bijna 2,2 miljoen euro per kiloton).

Een NECA op de Noordzee levert volgens het Commissierapport van VITO in 2030 een NO_x-reductie op van 234 kiloton tegen 187 miljoen euro. Dit betekent een gemiddelde kosteneffectiviteit van 0,8 euro per vermeden kilogram NO_x. In de eerdere NECA-kostenbatenstudie (Danish EPA 2012; Hammingh et al. 2012) werd de reductie lager ingeschat, op 130-150 kiloton in 2030, en de kosten op 243-282 miljoen euro. Dit komt overeen met een kosteneffectiviteit van 1,9 euro per vermeden kilogram NO_x. Alhoewel de VITO-studie wat betreft de kostenberekeningen aangeeft zich te baseren op dezelfde gegevens als Danish EPA (2012), berekent VITO een substantieel lagere kosteneffectiviteit. Het is niet duidelijk wat hier de verklaring achter is.

Uit al deze vergelijkingen volgt dat de gemiddelde kosteneffectiviteit van de landpakketten en die van een NECA op de Noordzee in dezelfde orde van grootte liggen. Daarbij moeten we ons nog wel realiseren dat de kostenoptimale landpakketten die we al eerder in dit hoofdstuk bespraken naast goedkopere ook nog duurdere maatregelen bevatten. Zo bedraagt de kosteneffectiviteit van de duurste NO_x-maatregel bij het Commissievoorstel circa 15 euro per kilogram (zie paragraaf 4.4.1). Bij de PBL-variant ligt deze kosteneffectiviteit op circa 7 euro per kilogram (zie paragraaf 4.4.2). Zo bezien zou een NECA dus onderdeel moeten zijn van een pakket dat kostenoptimaal de luchtkwaliteit wil verbeteren.

Maar bezien vanuit het zo kostenoptimaal willen voldoen aan de emissiereductieverplichtingen onder een nieuwe NEC-richtlijn ligt de situatie anders. Namelijk, de Commissie heeft de voorwaarde gesteld dat maar 20 procent van de reductie door een zeevaartmaatregel mag meetellen onder een nieuwe NEC-richtlijn.

Dit impliceert dat een zeevaartmaatregel ten behoeve van die NEC-richtlijn vijfmaal zo duur wordt. Deze voorwaarde maakt dat een NECA tot de duurdere NO_x-maatregelen gaat behoren als deze ten behoeve van de NEC-richtlijn zou worden genomen.

Het bovenstaande leidt tot de conclusie dat een nieuwe NEC-richtlijn waarschijnlijk geen zelfstandig argument zal opleveren om een NECA in te stellen. Het is dan vooral een additioneel voordeel dat aan een NECA kan worden

gekoppeld. Dat voordeel geldt in het geval van een NECA op de Noordzee ook voor de andere zeven landen die aan de Noordzee grenzen.

Walstroom voor zeeschepen levert waarschijnlijk beperkte bijdrage in 2030
Alhoewel walstroom in steeds meer havens wordt toegepast, is de schaal waarop nog relatief beperkt. De meest voorkomende toepassing van walstroom gebeurt bij schepen die relatief vaak aanmeren in dezelfde haven. Het gaat dan bijvoorbeeld om veerboten of zogenoemde Roll on and Roll off-boten voor auto's, trucks of opleggers met of zonder trekker. Op dit moment is er geen goede inschatting te maken van de verwachte emissiereducties door walstroom bij zeeschepen in Nederland. De totale uitstoot van NO_x-emissies van zeeschepen aan de kade is ruim 7 kiloton in 2011 (Marin 2013). Als Nederland met extra beleid een deel hiervan zou kunnen reduceren, dan mag het 20 procent daarvan onder de NEC gaan meetellen. Onder de NEC-richtlijn uit 2001 tellen emissies en dus ook emissiereducties bij zeeschepen aan de kade niet mee.

4.8 Onzekerheden in uitstoot dieselpersonenauto's

Een van de oorzaken waarom een groot aantal Europese lidstaten in 2010 moeite had om aan de NO_x-emissieplafonds voor 2010 te voldoen, betreft het feit dat dieselpersonen- en bestelauto's in de praktijk meer NO_x bleken uit te stoten dan was toegestaan volgens de emissie-eisen (EEA 2014). Het voldoen aan gestelde emissienormen blijft een punt van aandacht in de Europese Unie.
Uit een recent TNO-onderzoek blijkt dat de NO_x-uitstoot onder praktijkomstandigheden door Euro6-modellen van na 2012 aanzienlijk hoger ligt dan verwacht mag worden op basis van de Euro6-emissienorm (Ligterink et al. 2013). In de MKBA zijn we er, wat betreft het wegverkeer, in de nationale PBL-raming (zie Velders et al. 2014; Verdonk & Wetzels 2012) van uitgegaan dat de uitstoot van Euro6-dieselpersonenauto's vanaf 2018 gaat voldoen aan toekomstige Europese wetgeving voor praktijkemissies (de zogenoemde Real Driving Emissions-regelgeving, RDE) voor personen- en bestelauto's. Dit is in lijn met de veronderstellingen die de Commissie op dit punt aanhoudt. Wanneer de uitstoot van de Euro6-dieselauto's in de toekomst niet aan de RDE-wetgeving gaat voldoen, dan kan de NO_x-raming in 2030, in het slechtste geval, zonder enige verbetering van de huidige situatie, met circa 9 kiloton toenemen, van 159 tot 168 kiloton. Mocht de RDE-regelgeving later dan 2018 ingaan, dan zal met elk later ingangsjaar de raming in 2030 wat hoger uitvallen, met daar dan ook een maximaal effect van circa 9 kiloton.

4.9 Neveneffecten van extra klimaat- en energiebeleid

De emissieraming uit 2013: 13 procent hernieuwbare energie in 2030
De beleidsopgave onder het Commissievoorstel en de PBL-variant zijn in deze MKBA afgezet tegen de Nederlandse emissieramingen voor luchtverontreinigende stoffen die eind 2013 is vastgesteld (hoofdstuk 2, Verdonk & Wetzels 2012 geactualiseerd in Velders et al. 2014). In die raming is naast het vastgestelde luchtbeleid al het vastgestelde klimaat- en energiebeleid tot medio 2013 verdisconteerd. Deze emissieraming is gebaseerd op een referentieraming uit 2012 welke later is bijgesteld met een eerste inschatting van de energie- en emissie-effecten van het SER-energieakkoord uit september 2013 (ECN & PBL 2013) en een aanpassing bij het wegverkeer. In die raming komt het aandeel hernieuwbare energie in 2030 uit op circa 13 procent (292 petajoule). Het primaire en finale eindverbruik in deze raming komt uit op circa 3.420 respectievelijk 2.190 petajoule in 2030.

De Nationale Energieverkenning 2014: 20 procent hernieuwbare energie in 2030
Inmiddels is er een nieuwe raming voor alleen energie en broeikasgassen opgesteld in de *Nationale Energieverkenning NEV* (Hekkenberg & Verdonk 2014). Deze energieraming bevat onder het vastgestelde klimaat- en energiebeleid een groter aandeel hernieuwbare energieopwekking in 2030 van 20 procent (430 petajoule). Dit grotere aandeel (+139 petajoule oftewel +7 procent hernieuwbare energie) ten opzichte van de raming uit 2013 wordt onder andere verklaard door een hoger jaarlijks SDE+-plafondbudget tot en met 2030, beleid dat tot gunstiger ruimtelijke voorwaarden leidt voor windenergie op land en zee, betere inschattingen voor de toepassing van efficiëntere technologieën bij vervanging. Daarnaast wordt inmiddels van meer technologieën verwacht dat ze eerder (deels) rendabel zullen worden zonder subsidie, zoals geothermie, windenergie op land, zonnepanelen en warmtepompen. De belangrijkste bijdragen aan meer hernieuwbare energie in de NEV-raming komen door extra windenergie op land en zee (totaal 85 petajoule), extra zonnepanelen (29 petajoule) en een wat grotere toepassing van biomassa (20 petajoule). Het primaire en finale eindverbruik in deze raming met vastgesteld beleid komt uit op circa 3.104 respectievelijk 2.192 petjajoule in 2030. Hoewel het primaire energiegebruik duidelijk lager is, wijkt het totale finale eindverbruik maar beperkt af van de raming van eind 2013 (Velders et al. 2014) die

in deze MKBA is gebruikt. Naar verschuivingen in de energiemix van het finale verbruik is hier niet verder gekeken.

Neveneffecten berekend voor meer wind- en zonne-energie in 2030

Zoals aangegeven bevat de NEV uit 2014 alleen ramingen voor energie en emissies van broeikasgassen. In de NEV is eerder de keus gemaakt om in 2014 niet tegelijk een raming te maken voor de luchtverontreinigende emissies. Deze activiteit is wel voorzien in de NEV-2015. Daarmee zijn echter de neveneffecten op luchtverontreinigende stoffen van de extra hernieuwbare energie in 2030 uit deze NEV-2014 vooralsnog onbepaald. Om toch een indruk te krijgen van de ordegrootte van deze neveneffecten, hebben het PBL en ECN een quickscan uitgevoerd. In die quickscan is vooral gekeken naar de neveneffecten van het hogere aandeel hernieuwbare energie (van 13 naar 20 procent). Hierbij hebben we ons vervolgens geconcentreerd op de effecten van extra wind- en zonne-energie. De toepassing van meer biomassa (in plaats van kolen en gas) in de grootschalige elektriciteits- en warmteproductie levert namelijk maar zeer beperkte neveneffecten op. Uit eerder onderzoek volgt dat die neveneffecten optreden voor SO_2, maar in beperkte mate (Hammingh & Smekens et al. 2010).

Meer energie uit wind en zon kan leiden tot minder NO_x-uitstoot

Uit de resultaten van de quickscan volgt dat de extra inzet van wind- en zonne-energie in de nieuwe raming in vergelijking met de in deze MKBA gebruikte raming (ongeveer 114 petajoule extra) vooral leidt tot verdringing van de gasinzet bij de elektriciteitsproductie en in mindere mate van kolen. Deze verdringing leidt dan vooral tot lagere NO_x-emissies uit de energiesector. Een indicatie voor de grootte van het neveneffect is 5 kiloton NO_x-reductie met een bandbreedte van 0-10 kiloton (zie onzekerheden hierna). De hier bepaalde neveneffecten op SO_2 en voor $PM_{2,5}$ zijn beperkt en lijken niet significant. Uit deze quickscan volgt wel de aanbeveling om in de NEV-2015 deze neveneffecten beter te onderzoeken.

Klimaat- en energiebeleid kan de kosten van het aanvullende luchtbeleid verminderen

Met het indicatieve neveneffect op de emissies van NO_x kunnen we ook een indicatie geven voor de kostenbesparingen in de aanvullende luchtmaatregelenpakketten bij het Commissievoorstel en de PBL-variant. Ervan uitgaande dat de beleidsopgaven door de neveneffecten in 2030 met ruwweg 5 kiloton dalen, zullen de kosten voor het maatregelenpakket bij het Commissievoorstel dalen van circa 410 miljoen euro naar circa 340 miljoen euro (ruim 70 miljoen euro goedkoper). De kosten van het maatregelenpakket bij de PBL-variant zullen dalen van circa 78 miljoen euro naar circa 63 miljoen euro (circa 15 miljoen euro goedkoper). Deze kostendalingen pakken uiteraard hoger of lager uit wanneer we de bandbreedte in de mogelijke neveneffecten op NO_x-emissies zouden betrekken.

Neveneffecten klimaat- en energiebeleid op luchtemissies in 2030 zijn onzeker

De onzekerheden in de genoemde neveneffecten op NO_x-emissies van een groter aandeel hernieuwbare energie zijn groot en beleidsmakers zullen hier rekening mee moeten houden. Zo hangen de neveneffecten sterk af van het type hernieuwbare energie dat in 2030 ook daadwerkelijk wordt toegepast (bijvoorbeeld windenergie of biomassa) en welke fossiele brandstoffen echt vervangen gaan worden (bijvoorbeeld kolen of gas). Verder kan Nederland ook meer elektriciteit gaan exporteren, waardoor de neveneffecten bij fossiele opwekking misschien helemaal kunnen vervallen. Ten aanzien van energiebesparing geldt een soortgelijk verhaal. Zo leiden besparingen in het elektriciteitsgebruik bij huishoudens, zonder een toename van de export van elektriciteit, in principe tot gunstige effecten op broeikasgas- en luchtemissies. Maar het neveneffect hangt vervolgens wel mede af van het type brandstof en type installatie waarop wordt bespaard.

Verder willen we opmerken dat de 20 procent hernieuwbare energie in 2030 uit de NEV-raming uitsluitend geldt onder het uitgangpunt dat de SDE+-budgetten na 2023 opengesteld blijven voor nieuwe projecten. Mochten deze na 2023 stoppen of afgebouwd worden, dan zal het aandeel hernieuwbare energie in 2030 lager uitkomen dan aangenomen in de NEV, evenals de neveneffecten. Het is dus belangrijk voor beleidsmakers om rekening te houden met deze onzekerheden rond neveneffecten bij het opstellen van plannen voor het voldoen aan toekomstige emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen.

Tot slot is het goed om te realiseren dat de 20 procent hernieuwbare energie niet helemaal gelijkgesteld kan worden aan het voldoen aan de voorgestelde Europese klimaat- en energiedoelen voor 2030. Zo kan er een grotere bijdrage van Nederland worden gevraagd aan de Europese hernieuwbaarheidsdoelen (Daniels & Koelemeijer 2014). Ook kunnen de niet-ETS-doelstellingen en besparingsdoelstellingen verder gaan dan waar de NEV-raming op uitkomt. Dit kan extra neveneffecten opleveren die hier nog niet zijn meegenomen.

Noot

1 Zie https://www.ecn.nl/nl/expertises/beleidsstudies/optiedocumenten/.

Baten

In dit hoofdstuk geven we de resultaten van de batenberekening voor 2030. Daarbij kwantificeren (meten) we eerst de schadelijke effecten van luchtverontreiniging voor gezondheid en natuur in 2030 voor de raming (het nulalternatief) en voor het Commissievoorstel (het projectalternatief). Deze effecten worden ook wel aangeduid als fysieke effecten, omdat het gaat om de werkelijk optredende effecten voor de mens, zoals verloren levensjaren en gemiste arbeidsdagen. Vervolgens hebben we deze negatieve fysieke effecten gewaardeerd in euro's. De gezondheids- en natuurwinst van het voorstel (fysiek en monetair) bepalen we door het verschil te nemen tussen de resultaten voor het nul- en projectalternatief.

Zoals toegelicht in hoofdstuk 2 en 3, zijn in deze studie twee beleidsalternatieven geanalyseerd: het Commissievoorstel en de door het PBL opgestelde variant met aangepaste reductieverplichtingen. Met deze variant op het voorstel wil het PBL laten zien hoe een kosteneffectief beleid in Nederland er zou kunnen uitzien, wanneer wordt uitgegaan van de door het PBL en ECN opgestelde nationale emissieramingen die op onderdelen verschillen laten zien met de ramingen waar de Europese Commissie van uitgaat.

De fysieke effecten van luchtverontreiniging op de productiviteit van de landbouw en gebouwen worden in dit hoofdstuk niet gekwantificeerd. Een schatting voor de monetaire baten is wel meegenomen in de eindtabel in hoofdstuk 6. Deze schatting is overgenomen uit de Europese effectbeoordeling bij de herziening van de richtlijn voor nationale emissieplafonds (ERMC 2014).

5.1 Fysieke effecten voor de volksgezondheid

Welke gezondheidseffecten zijn in beeld gebracht?

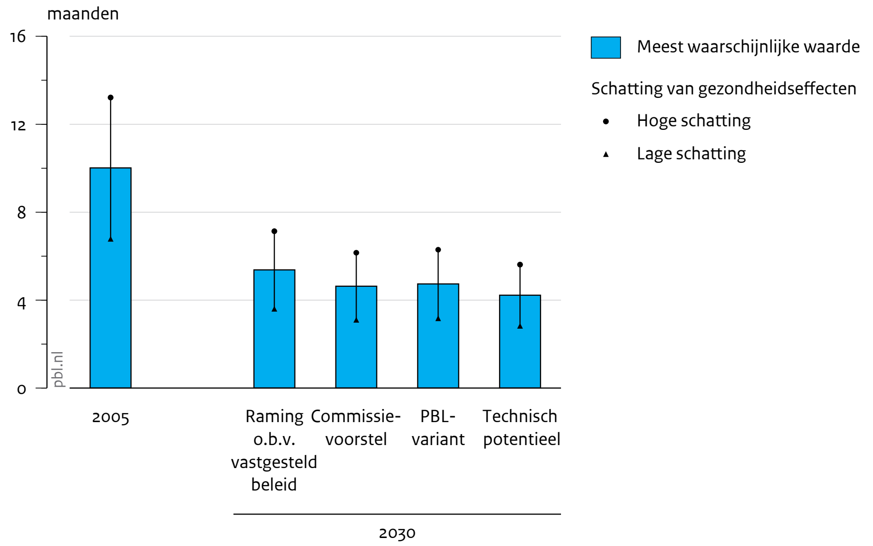
De invloed van luchtverontreiniging op de volksgezondheid verloopt via fijnstof ($PM_{2,5}$), en in veel mindere mate ozon. Het fijnstof aangeduid als $PM_{2,5}$ heeft betrekking op zwevende deeltjes in de lucht met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer. Deze deeltjes dringen diep in de longen door tot in de longblaasjes. Blootstelling aan deze stoffen zorgt voor vroegtijdig overlijden (mortaliteit) en voor ziekte (morbiditeit). We onderscheiden daarbij verscheidene gezondheidseffecten die in detail worden aangegeven in de resultaattabellen (zie tabel 5.1 en 5.2). De gebruikte rekenmaten voor de gezondheidseffecten zijn in detail toegelicht in een achtergronddocument (PBL 2015 te verschijnen.

Het merendeel van de gezondheidsschade door luchtvervuiling wordt verklaard doordat mensen eerder overlijden als gevolg van langdurende blootstelling aan $PM_{2,5}$. Daarbij moet worden aangetekend dat de wettelijke eisen (de fijnstofnormen) die worden gesteld aan de fijnstofconcentratie in de buitenlucht geen veilige 'geeneffectniveaus' representeren. Ook bij een blootstelling aan niveaus onder de wettelijke norm wordt de gezondheid nadelig beïnvloed. De nadelige effecten van luchtvervuiling worden dus veroorzaakt door blootstelling van Nederlanders aan fijnstofconcentraties boven en onder de geldende wettelijke eisen. De hierna gegeven effecten hebben betrekking op de schade die wordt veroorzaakt door antropogeen $PM_{2,5}$. Dit is het fijnstof in de buitenlucht dat veroorzaakt wordt door menselijke activiteiten.

Met het bestaande luchtbeleid daalt de fijnstofconcentratie tussen 2005 en 2030 met 45 procent; de levensverwachting neemt hierdoor met circa 4,6 maanden toe

Om de resultaten goed te kunnen beoordelen, moet worden bedacht dat, ook zonder het Commissievoorstel, de luchtkwaliteit in de komende jaren verder zal verbeteren. Deze verbetering wordt verklaard door al afgesproken bronmaatregelen zoals de Europese emissie-eisen voor wegvoertuigen (Euro6/VI) en industriële installaties (Industrial Emissions Directive). Deze en andere maatregelen zullen in de komende jaren worden doorgevoerd, waardoor de emissies dalen en de concentraties afnemen. Als gevolg van deze 'autonome'

Figuur 5.1
Verlies in levensverwachting door blootstelling aan antropogeen fijnstof ($PM_{2,5}$)



Bron: PBL/RIVM

daling van de fijnstofconcentraties zal het gemiddelde ‘verlies aan levensverwachting’ door $PM_{2,5}$ tussen 2005 en 2030 met 20,2 weken (4,6 maanden) dalen, waarbij de grootste verbetering (17,9 weken) wordt verwacht in de jaren tot 2020 (figuur 5.1).

Het Commissievoorstel verlengt de levensverwachting verder met bijna een maand en vermindert het ziekteverzuim

Zonder het voorstel voor aanscherping van emissieplafonds zou de verbetering van de luchtkwaliteit in de baseline na 2020 afvlakken. Het nieuwe Commissievoorstel zorgt voor een beleidsintensivering en daarmee een verdergaande daling in de fijnstofblootstelling.
Met dit voorstel zal het ‘verlies aan levensverwachting’ door blootstelling aan $PM_{2,5}$ in 2030 afnemen met bijna een maand, van gemiddeld 23,3 weken voor het nulalternatief (zonder voorstel) tot gemiddeld 20,1 weken voor het projectalternatief (met voorstel). Anders gezegd betekent dit dat de statistische levensverwachting van de Nederlandse bevolking door het voorstel naar verwachting zal toenemen met 3,2 weken, oftewel bijna een maand (zie tabel 5.1).
De jaarlijkse monetaire baten berekenen we op basis van de indicator ‘Years of Life Lost’ (YOLL) (zie paragraaf 2.3.1, tabel 5.1). Deze indicator beschrijft het aantal jaren dat de Nederlandse bevolking korter leeft door een één jaar lange blootstelling aan $PM_{2,5}$. Met het voorstel zal het aantal verloren levensjaren door blootstelling aan (door de mens veroorzaakt) $PM_{2,5}$ verminderen van 89.400 in 2030 voor het nulalternatief (zonder voorstel) naar circa 77.300 voor het projectalternatief (met voorstel). Het Commissievoorstel levert voor de Nederlandse bevolking vanaf 2030 jaarlijks een winst op van circa 12.100 extra levensjaren.
Met het Commissievoorstel zal niet alleen de vroegtijdige sterfte door luchtverontreiniging verminderen, maar zullen ook de nadelige effecten van luchtverontreiniging op de gezondheid van Nederlanders verder afnemen. In een vervuilde lucht worden mensen door luchtwegklachten gehinderd in hun dagelijkse activiteiten, met onder andere ziekteverzuim als gevolg. Het aantal dagen in een jaar dat de Nederlandse bevolking door blootstelling aan vervuilde lucht wordt beperkt in haar normale activiteiten, wordt voor de raming in 2030 geschat op 9,7 miljoen. Met het voorstel daalt dit aantal met circa 1,3 miljoen dagen, oftewel een vermindering met 14 procent. Ook zal de beroepsbevolking zich bij doorvoering van het voorstel minder dagen ziek melden. Anders geformuleerd, betekent dit dat er minder werkdagen verloren gaan. Het aantal verloren werkdagen door blootstelling aan antropogeen $PM_{2,5}$ wordt volgens de raming in 2030 geschat op 2,44 miljoen dagen. Met het voorstel daalt dit aantal met circa 0,33 miljoen dagen tot circa 2,11 miljoen dagen.

De berekeningen van de gezondheidseffecten (vervroegde sterfte en verminderde gezondheid) kennen onzekerheden. De hiervoor gegeven 3,2 weken langer leven geeft een meest waarschijnlijke puntschatting van het te verwachten effect. Dit effect is berekend op basis van de resultaten van epidemiologische studies waarin de relatie is onderzocht tussen langdurige blootstelling aan $PM_{2,5}$ en vervroegde sterfte (EMRC 2014; WHO 2013a,b). De resul-

Tabel 5.1

Fysieke gezondheidseffecten door antropogene emissies in 2005 en 2030.

	Eenheid		Raming	Commissie-voorstel	PBL-variant op Commissie-voorstel[a]	Technisch potentieel[a]
		2005	2030	2030	2030	2030
Gezondheidseffecten fijnstof (antropogene emissies)						
Vervroegde sterfte langdurige blootstelling fijnstof – verloren levensjaren Nederlandse bevolking	Jaren (YOLL)	163.363	89.353	77.255	78.975	70.572
Kindersterfte	Aantal	13	7	6	6	6
Chronische bronchitis volwassenen – nieuwe gevallen	Aantal	4.173	2.456	2.166	2.210	1.991
Bronchitis kinderen	Aantal	10.252	5.952	5.239	5.347	4.809
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	Aantal	2.663	1.435	1.238	1.266	1.129
Ziekenhuisopnames door hartklachten	Aantal	3.582	1.924	1.659	1.696	1.513
RAD–dagen met verminderde activiteit	Dagen	17.900.118	9.734.130	8.407.263	8.595.949	7674578
Dagen met astmasymptomen bij kinderen	Dagen	365.365	208.160	182.701	186.553	16.7324
Ziekteverzuim: verloren werkdagen	Dagen	4.485.850	2.439.295	2.107.531	215.4344	1.924.109
Gezondheidseffecten ozon						
Vervroegde sterfte kortdurende blootstelling ozonepisoden	Jaren (YOLL)	1.588	1.598	1.572	-	-
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	Aantal	339	341	335	-	-
Ziekenhuisopnames door hartklachten	Aantal	995	1.001	985	-	-
MRAD – dagen met beperkt verminderde activiteit	Aantal	1.777.550	1.787.770	1.759.665	-	-

a Om de modelberekeningen te kunnen inperken, zijn de gezondheidseffecten door ozon alleen berekend voor 2005, de raming en het Commissievoorstel.

taten van deze studies (uitgedrukt in sterftekansen) hebben we vertaald naar levensduurverlenging. Hieruit blijkt dat de levensverwachting van de Nederlandse bevolking door het voorstel met naar verwachting 3,2 weken wordt verlengd, met een onzekerheidsmarge van 2,2 tot 4,2 weken (95 procent betrouwbaarheidsinterval). De marge van afgerond 2 tot 4 weken heeft betrekking op de onzekerheid voor het populatiegemiddelde, dat wil zeggen dat het effect op de *gemiddelde* levensverwachting (met een kleinere kans) ook 2 of 4 weken kan zijn. Deze range van 2 tot 4 weken zegt nog niets over de spreiding in effecten over personen in de bevolking. Het effect op de levensverwachting van individuele Nederlanders vertoont een grotere spreiding, afhankelijk van hoe gevoelig iemand is voor langdurige blootstelling aan $PM_{2,5}$. Daarnaast wordt het effect voor een individueel persoon bepaald door de concentraties waar de betreffende persoon aan wordt blootgesteld.

Over de spreiding in de gevoeligheid van mensen voor langdurige blootstelling aan $PM_{2,5}$ hebben we geen kwantitatieve informatie. Wel is bekend dat bepaalde groepen mensen extra gevoelig zijn voor luchtverontreiniging, zoals mensen die lijden aan luchtweg- en hart- en vaataandoeningen.

De PBL-variant op het voorstel verlengt de levensverwachting met 3 dagen minder dan bij doorvoering van het Commissievoorstel

De gezondheidswinst bij doorvoering van het Commissievoorstel is iets groter dan bij doorvoering van de PBL-variant. Zo is de berekende toename in levensverwachting volgens het Commissievoorstel 3 dagen meer dan volgens de PBL-variant. De toename in levensverwachting bij doorvoering van het Commissievoorstel wordt geschat op circa 3,2 weken, en bij de PBL-variant bedraagt dit circa 2,8 weken: een verschil van

Tabel 5.2

Vermindering in fysieke gezondheidseffecten in 2030 ten opzichte van de raming (het nulalternatief) voor 2030 met vaststaand beleid

	Eenheid	Commissie-voorstel tov de raming	PBL-variant op voorstel tov de raming[a]	Technisch potentieel tov de raming[a]
Gezondheidseffecten fijnstof (antropogene emissies)				
Vervroegde sterfte langdurige blootstelling fijnstof – verloren levensjaren Nederlandse bevolking	Jaren (YOLL)	12.098	10.378	18.781
Kindersterfte	Aantal	1	1	1
Chronische bronchitis volwassenen – nieuwe gevallen	Aantal	290	246	465
Bronchitis kinderen	Aantal	713	605	1.144
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	Aantal	197	169	306
Ziekenhuisopnames door hartklachten	Aantal	265	228	411
RAD – dagen met verminderde activiteit	Dagen	1.326.867	1.138.181	2.059.552
Dagen met astmasymptomen bij kinderen	Dagen	25.458	21.606	40.836
Ziekteverzuim: verloren werkdagen	Dagen	331.764	284.951	515.186
Gezondheidseffecten ozon				
Vervroegde sterfte kortdurende blootstelling ozonepisoden	Jaren (YOLL)	25	-	-
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	Aantal	5	-	-
Ziekenhuisopnames door hartklachten	Aantal	15	-	-
MRAD – dagen met beperkt verminderde activiteit	Aantal	28.105	-	-

a Om de modelberekeningen te kunnen inperken, zijn de gezondheidseffecten door ozon alleen berekend voor 2005, de raming en het Commissievoorstel.

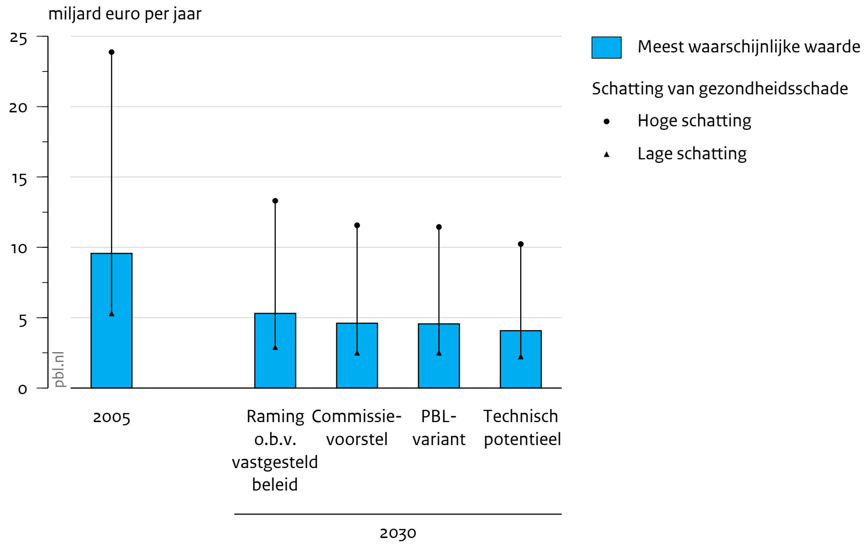
drie dagen. Op het eerste gezicht lijkt zo'n klein relatief verschil merkwaardig gegeven het grote relatieve verschil in nationale emissiereductieopgave en kosten tussen beide beleidsalternatieven (zie hoofdstuk 4). Dit wordt echter verklaard doordat de verwachte daling in fijnstofconcentraties in Nederland als gevolg van het voorstel voor het merendeel door emissiereducties in het buitenland worden bepaald (circa 70 procent onder het Commissievoorstel en circa 80 procent onder de PBL-variant). De verschillen in nationale reductieverplichtingen tussen het Commissievoorstel en de PBL-variant hebben dus verhoudingsgewijs een beperkte invloed op de berekende gezondheidseffecten voor Nederland. Het berekende verschil in gezondheidswinst tussen beide beleidsvarianten is direct gerelateerd aan het verschil in absolute emissiereducties (kilotonnen) gegeven in tabel 3.8 in hoofdstuk 3.

De gedetailleerde resultaten voor de berekende fysieke gezondheidseffecten zijn gegeven in tabel 5.1 en 5.2. Deze tabellen geven, met uitzondering van het verlies aan levensverwachting, de effecten van een jaar lang blootstelling aan luchtverontreiniging.

- Tabel 5.1 geeft de totale fysieke gezondheidsschade door luchtverontreiniging in 2005, en in 2030 voor de raming (het nulalternatief), het Commissievoorstel, de PBL-variant op het voorstel en bij doorvoering van het technisch potentieel (zie paragraaf 2.1.3 voor de toelichting op deze beleidsalternatieven).
- Tabel 5.2 geeft de vermindering in fysieke gezondheidsschade (ofwel gezondheidswinst) in 2030 ten opzichte van 'de raming' voor 2030 met vaststaand beleid. Deze gezondheidswinst is op basis van tabel 5.1 berekend.

Figuur 5.2

Gezondheidsschade door antropogeen fijnstof ($PM_{2,5}$)



Bron: PBL / RIVM

5.2 Monetaire baten voor de volksgezondheid

De in de vorige paragraaf becijferde 'fysieke' effecten van luchtvervuiling worden hier vertaald naar kosten voor de Nederlandse samenleving. Daarvoor zijn deze fysieke effecten gewaardeerd in geld. Voor deze vertaalslag van fysieke indicatoren naar euro's is gebruikgemaakt van de in Europese kosten-batenstudies voor luchtvervuiling gebruikelijke aanpak en kengetallen (zie paragraaf 2.3.1). Omdat de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging geen marktprijzen kennen, maken we gebruik van methoden die de waarde van deze effecten schatten of benaderen alsof ze op de markt kunnen worden gekocht (CE 2008). Zo wordt de waarde van een extra maand (of jaar) langer leven bepaald op grond van het geld dat mensen hiervoor bereid zijn te betalen. Deze betalingsbereidheid (*willingness to pay*) is bepaald op basis van enquêtes onder de bevolking. Kosten en baten zijn hierna gegeven in het prijspeil van 2010.

Met bestaand beleid neemt de gezondheidsschade door fijnstof af met circa 4,5 miljard euro per jaar

De nationale kosten van gezondheidsschade door luchtverontreiniging bedroeg in 2005 naar schatting 9,6 miljard euro. Bij uitvoering van het vastgestelde beleid zal de luchtkwaliteit tussen 2005 en 2030 verder verbeteren, en zal de schade in 2030 zijn teruggebracht tot circa 5,3 miljard euro.

De berekende gezondheidsbaten van het Commissie-voorstel bedragen 699 miljoen euro per jaar

Uitvoering van het Commissievoorstel betekent een beleidsintensivering. Dit houdt in dat de emissies in Nederland en in het buitenland in 2030 verder zullen dalen dan wat gerealiseerd zou worden met staand beleid. Dit leidt dit ertoe dat de jaarlijkse gezondheidsschade door luchtverontreiniging in Nederland verder vermindert met naar schatting 699 miljoen euro, van 5.306 miljoen in 'de raming' (het nulalternatief) naar 4.607 miljoen voor het Commissievoorstel (het projectalternatief) (zie figuur 5.2 en tabel 5.3).

De jaarlijkse gezondheidsbaten van 699 miljoen euro (afgerond 700 miljoen) zijn de meest waarschijnlijke puntschatting van het te verwachten effect in 2030, met een onzekerheidsmarge van 389 tot 1.745 miljoen (95 procent betrouwbaarheidsinterval). Twee bepalende onzekerheden zijn opgenomen in deze onzekerheidsmarge: de onzekerheid over het effect dat langdurige blootstelling aan $PM_{2,5}$ heeft op vervroegde sterfte en de onzekerheid over de waardebepaling van een verloren levensjaar door luchtvervuiling. De bovenkant van de bandbreedte is berekend uitgaande van de hoge schatting voor vervroegde sterfte (bovenkant 95 procent betrouwbaarheidsinterval) en de hoge schatting voor de waarde van een levensjaar (zie paragraaf 5.1 respectievelijk 2.3.2). De onderkant van de bandbreedte is bepaald op basis van de lage schatting voor vervroegde sterfte (onderkant 95 procent betrouwbaarheidsinterval), gecombineerd met de lage schatting voor de waarde van een levensjaar.

Tabel 5.3

Monetaire schade door antropogene emissies van luchtverontreinigende stoffen in 2005 en 2030 (in miljoen euro per jaar)

		Raming	Commissie-voorstel	PBL-variant op het voorstel[a]	Technisch potentieel[a]
	2005	2030	2030	2030	2030
Gezondheidseffecten fijnstof (antropogene emissies)					
Vervroegde sterfte langdurige blootstelling fijnstof – verloren levensjaren Nederlandse bevolking	6.700	3.664	3.168	3.239	2.894
Kindersterfte	33	19	17	17	15
Chronische bronchitis volwassenen – nieuwe gevallen	241	142	125	128	115
Bronchitis kinderen	7	4	3	3	3
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	6	3	3	3	3
Ziekenhuisopnames door hartklachten	9	5	4	4	4
RAD – dagen met verminderde activiteit	1.778	967	835	854	762
Dagen met astmasymptomen bij kinderen	17	9	8	8	8
Ziekteverzuim: verloren werkdagen	630	342	296	302	270
Totaal (fijnstof)	9.420	5.156	4.460	4.559	4.074
Gezondheidseffecten ozon					
Vervroegde sterfte kortdurende blootstelling ozonepisoden	65	66	64	-	-
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	1	1	1	-	-
Ziekenhuisopnames door hartklachten	2	2	2	-	-
MRAD – dagen met beperkt verminderde activiteit	81	81	80	-	-
Totaal (ozon)	149	150	147	-	-
TOTAAL	9.569	5.306	4.607	4.559[a]	4.074[a]

a Om de modelberekeningen te kunnen inperken is de gezondheidsschade door ozon alleen berekend voor 2005, de raming en het Commissievoorstel.

Merk op dat de totale baten van het voorstel, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 6 en in de bevindingen, iets hoger uitkomen dan hiervoor vermeld. In het eindbeeld zijn namelijk ook nog andere batenposten meegenomen dan alleen de in deze paragraaf besproken gezondheidsbaten. De gezondheidsbaten volgens de PBL-variant op het voorstel bedragen 597 miljoen euro per jaar vanaf 2030 (afgerond 600 miljoen), dat betekent 102 miljoen minder dan volgens de PBL-analyse van het Commissievoorstel. Dit verschil in baten wordt verklaard doordat de Nederlandse reductieverplichtingen in de PBL-variant voor SO_2, NO_x, NH_3 en NMVOS minder scherp zijn gesteld. Dit betekent dat voor deze vier stoffen de te realiseren extra emissiereducties in 2030 kleiner zijn dan volgens het Commissievoorstel. Dit resulteert logischerwijs ook in minder baten. De reductieverplichting voor $PM_{2,5}$ is scherper gesteld en zorgt voor meer baten, maar dit compenseert niet de verminderde baten bij de andere vier stoffen.

De verdeling van de gezondheidsbaten over de verschillende fysieke gezondheidseffecten is gegeven in figuur 5.3. De gegeven baten worden voor het merendeel (99 procent) verklaard door de verminderde blootstelling aan $PM_{2,5}$. De positieve effecten van verminderde blootstelling aan ozonepisoden dragen slechts marginaal bij aan de totale baten.
De grootste bijdrage aan de gezondheidsbaten (71 procent) wordt gevormd door de afname in vroegtijdige sterfte oftewel de toename in levensverwachting

Tabel 5.4

Gezondheidsbaten ten opzichte van 'de raming' (het nulalternatief) voor 2030 met vaststaand beleid (in miljoen euro per jaar)

	Commissie-voorstel tov de raming	PBL-variant op het voorstel[a]	Technisch potentieel tov de raming[a]
	2030	2030	2030
Gezondheidseffecten fijnstof (antropogene emissies)			
Vervroegde sterfte langdurige blootstelling fijnstof – verloren levensjaren Nederlandse bevolking	496	426	770
Kindersterfte	2	2	4
Chronische bronchitis volwassenen – nieuwe gevallen	17	14	27
Bronchitis kinderen	0	0	1
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	0	0	1
Ziekenhuisopnames door hartklachten	1	1	1
RAD – dagen met verminderde activiteit	132	113	205
Dagen met astmasymptomen bij kinderen	1	1	2
Ziekteverzuim: verloren werkdagen	47	40	72
Totaal (fijnstof)	696	597	1.082
Gezondheidseffecten ozon			
Vervroegde sterfte kortdurende blootstelling ozonepisoden	1	-	-
Ziekenhuisopnames door luchtwegklachten	0	-	-
Ziekenhuisopnames door hartklachten	0	-	-
MRAD – dagen met beperkt verminderde activiteit	1	-	-
Totaal (ozon)	2	-	-
TOTAAL	699	597[a]	1.082[a]

a Om de modelberekeningen te kunnen inperken is de gezondheidsschade door ozon alleen berekend voor het Commissievoorstel.

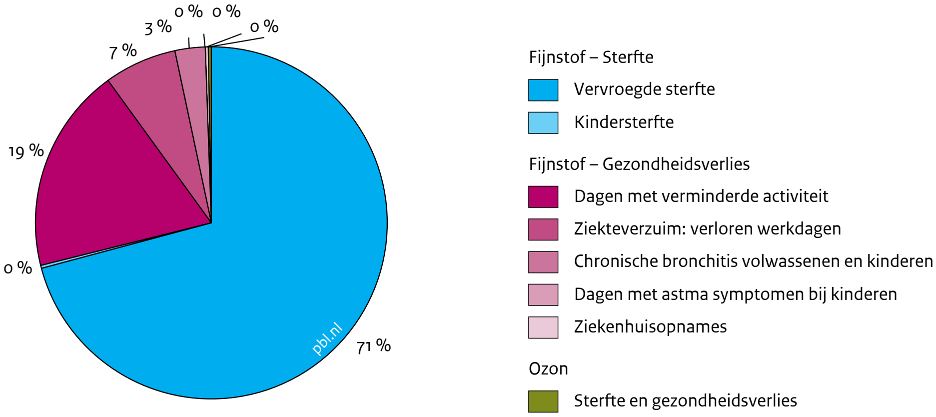
als gevolg van minder $PM_{2,5}$. De berekende baten bedragen 496 miljoen euro per jaar (tabel 5.4). Het overige deel van de gezondheidsbaten wordt vooral verklaard door de verminderde ziektelast en gezondheidsklachten onder de Nederlandse bevolking, eveneens door minder blootstelling aan $PM_{2,5}$. De berekende batenpost bedraagt 198 miljoen euro per jaar. Een belangrijke batenpost daarin is de vermindering van het aantal dagen dat Nederlanders worden gehinderd in hun activiteiten door blootstelling aan $PM_{2,5}$ (dagen met een verminderde activiteit oftewel Restricted Activity Days (RAD)). Dit levert berekende baten op van 132 miljoen per jaar, wat overeenkomt met 19 procent van de totale gezondheidsbaten. Blootstelling aan $PM_{2,5}$ leidt niet alleen tot gezondheidsklachten, maar ook tot ziekteverzuim in de beroepsbevolking. Dit ziekteverzuim is berekend als het totale aantal verloren werkdagen onder de Nederlandse beroepsbevolking. Doorvoering van het Commissievoorstel zorgt ervoor dat het ziekteverzuim zal afnemen. De baten van deze afname in ziekteverzuim zijn geschat op 47 miljoen euro per jaar. Dit komt overeen met 7 procent van de totale gezondheidsbaten. Ook vermindert met het voorstel het aantal gevallen van chronische bronchitis bij volwassenen en kinderen. Deze batenpost draagt voor 3 procent bij aan de totale gezondheidsbaten. Overige gekwantificeerde effecten van $PM_{2,5}$ dragen marginaal bij aan de baten.

De gedetailleerde resultaten van de batenberekeningen voor gezondheid zijn gegeven in tabel 5.3 en 5.4.

- In tabel 5.3 zijn de fysieke gezondheidseffecten (uit tabel 5.1) in euro's uitgedrukt. De tabel geeft de totale jaarlijkse schadekosten (miljoen euro per jaar).
- Tabel 5.4 geeft de verwachte vermindering in jaarlijkse schadekosten (oftewel monetaire baten) als gevolg van het voorstel.

Figuur 5.3

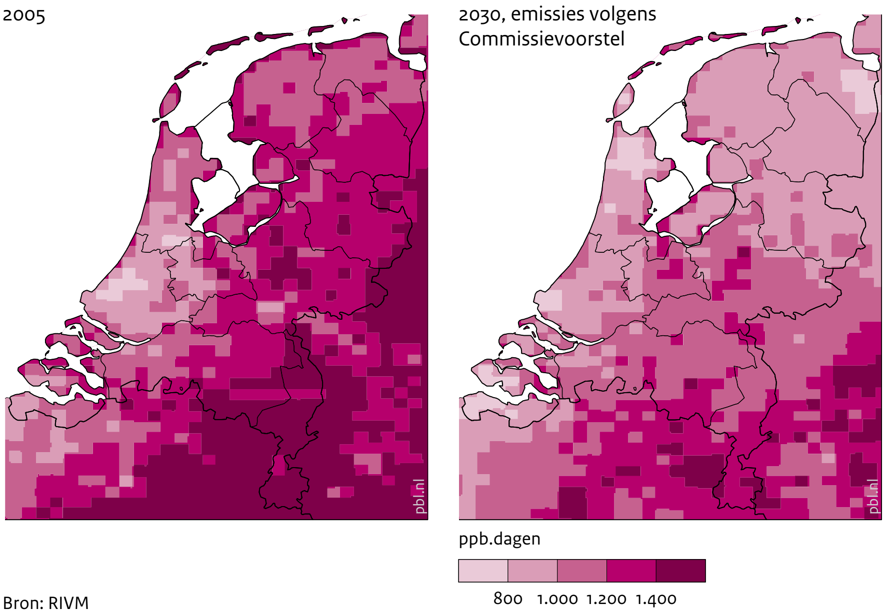
Bijdrage van gezondheidseffecten aan gezondheidsbaten van Commissievoorstel, 2030



Bron: PBL/RIVM

Figuur 5.4

Berekende ozonconcentraties (SOMO35-waarden)

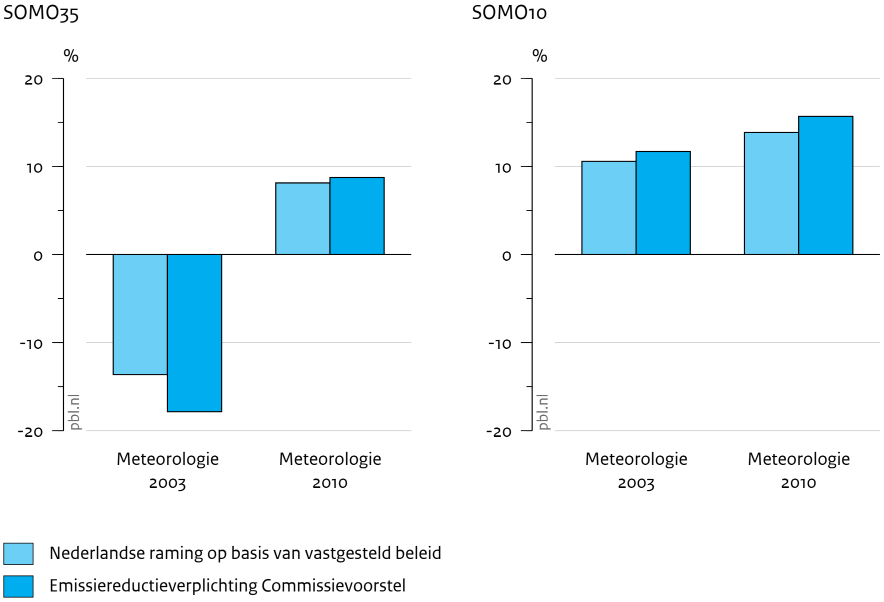


Bron: RIVM

Daling in ozonblootstelling nog onzeker met het Commissievoorstel

Als maat voor de schadelijke effecten van ozon voor de volksgezondheid gebruikt de Europese Commissie de SOMO35-indicator.[1] Deze indicator is goed bruikbaar voor het inschatten van sterfte en ziekte door kortdurende blootstelling aan ozonpieken. Bij vaststaand beleid neemt de SOMO35-waarde in Nederland tussen 2005 en 2030 af met 14 procent. Met het Commissievoorstel komt de afname op 18 procent (figuur 5.5). De berekende ruimtelijke spreiding in ozonconcentraties in 2005 en 2030 (raming) is gegeven in figuur 5.4. Dat is althans het geval wanneer we uitgaan van het weer zoals dat was in 2003 (een warme zomer met veel ozonepisoden). Als we uitgaan van het weer in een meer gemiddeld jaar met minder ozonpieken (2010) dan ligt het beeld anders: dan nemen de ozonconcentraties bij zowel bestaand beleid als bij het Commissievoorstel juist toe. Buiten de episoden leidt verminderde NO_x-emissie namelijk tot een stijging van de ozonconcentratie. Dit wordt verklaard doordat in gebieden met veel NO_x-uitstoot een deel van het ozon wordt weggevangen door de

Figuur 5.5
Effecten van beleid en meteorologie op ozonindicatoren, 2005 – 2030



Bron: RIVM

uitstoot van de verse stikstofmonoxide, waardoor de ozonconcentratie wordt verlaagd. Dit verschijnsel wordt stikstofoxidentitratie genoemd en is een bekend atmosferisch-chemisch verschijnsel. In Nederland, België en rond Londen zal alleen een forse emissiereductie van NO_x (in de orde van 60 procent) leiden tot dalende ozonconcentraties.

Naast de SOMO35-indicator adviseert de WHO (2013b) om ook de SOMO10[2]-indicator te gebruiken als maat voor blootstelling aan lagere concentraties. Dit omdat ook al bij lagere concentraties longklachten kunnen optreden. De SOMO10-waarden blijken, zowel bij de meteorologie van 2010 als die van 2003, vanwege het tritratie-effect bij uitvoering van het Commissievoorstel toe te nemen (figuur 5.5). Dit wil niet zeggen dat moet worden afgezien van de voorgestelde NO_x-reductie, want er zijn ook gunstige effecten wat betreft de blootstelling aan secundair $PM_{2,5}$ en voor de stikstofdepositie op natuurgebieden. En alhoewel een beperkte NO_x-reductie dicht bij brongebieden het titratie-effect vermindert waardoor ozon kan toenemen, zal op grotere afstanden (in het buitenland) minder NO_x uit die brongebieden wel leiden tot een verminderde vorming van ozon. De conclusie uit het voorafgaande is dan dat voor het verkrijgen van gezondheidsbaten door minder ozonblootstelling in sterk verstedelijkte gebieden verdergaande NO_x-reductie nodig is. Overigens werkt een daling van de NMVOS-emissies wel altijd gunstig uit voor de ozonblootstelling.

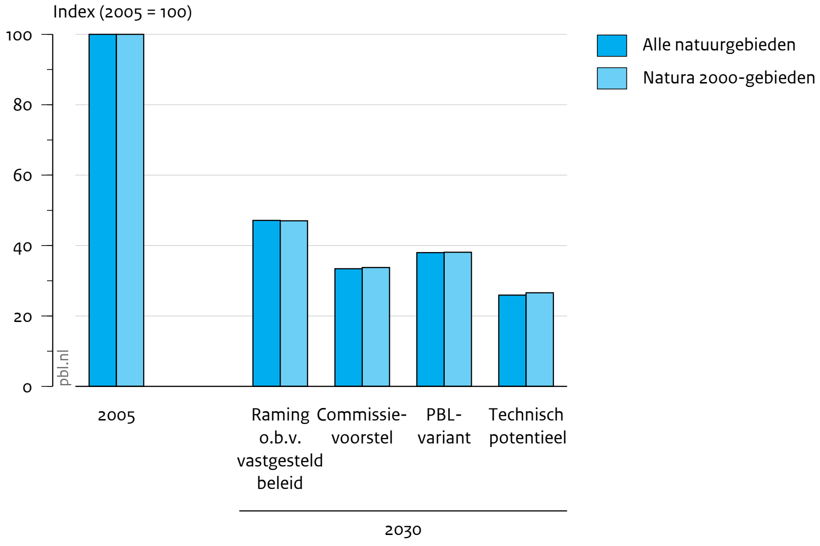
Met behulp van blootstelling-effectrelaties is het aantal vroegtijdige sterfgevallen door ozon voor 2005 geraamd op bijna 400, uitgaande van de SOMO35-indicator. Met het Commissievoorstel neemt dat aantal in 2030 met 1 procent af. Wanneer wordt uitgegaan van de SOMO10-indicator, dan ligt het aantal vroegtijdige sterfgevallen in 2005 meer dan vier keer zo hoog. Met het Commissievoorstel neemt dat aantal in 2030 met 16 procent toe. Hierbij is uitgegaan van de meteorologische omstandigheden in 2003. Omdat in de Europese kosten-batenanalyse alleen de SOMO35 is meegenomen in de kosten-batenvergelijking, hebben we ons in deze Nederlandse MKBA ook hiertoe beperkt. Bijlage 4 geeft een nadere verantwoording van de gebruikte methode.

5.3 Fysieke effecten voor natuur

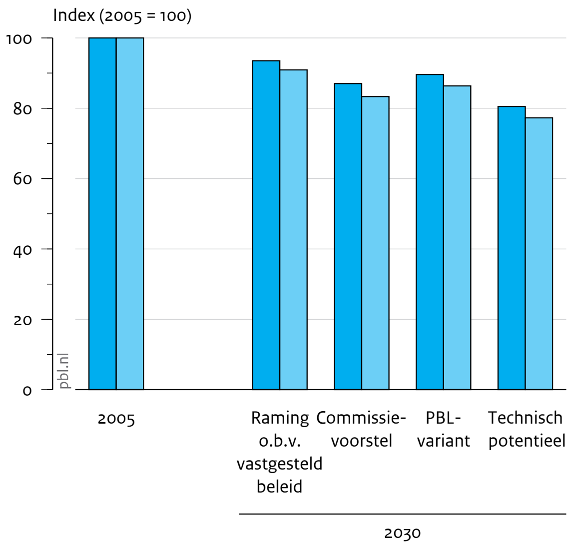
Welke natuureffecten zijn in beeld gebracht?
De invloed van luchtverontreiniging op de Nederlandse natuur verloopt via de depositie van stikstofverbindingen en zuurverbindingen. Stikstofdepositie leidt tot een overmaat aan voedingsstoffen in de bodem, waardoor de natuurlijke vegetatie met karakteristieke planten- en diersoorten in de verdrukking komt en een eenzijdige vegetatie van snelgroeiende soorten, met veel grassen, overblijft. Vooral beschermde planten- en diersoorten zijn sterk gevoelig voor te hoge stikstofdepositie (Hinsberg et al. 2008). De biodiversiteit

Figuur 5.6
Effecten van stikstofdepositie op natuurkwaliteit

Overschrijding van kritische stikstofdepositieniveaus



Natuurareaal met overschrijding van kritische stikstofdepositieniveaus



Bron: PBL/RIVM

van de Nederlandse natuur staat hierdoor onder druk. Beschermde soorten kunnen alleen worden behouden in een gebied als aan de milieucondities wordt voldaan. Ook verzuring van de bodem zet de biodiversiteit van natuurgebieden onder druk. Momenteel zorgt vooral de stikstofdepositie voor acute problemen (Koelemeijer et al. 2010; Smeets et al. 2012). Problemen doen zich vooral voor in die delen van Nederland waar de natuur extra gevoelig is voor stikstof, namelijk op de zandgronden in het oosten en zuiden en de stuwwallen van de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug.

We beoordelen de fysieke schade van luchtvervuiling voor de natuurkwaliteit op grond van de over een heel jaar gesommeerde depositie boven kritische depositie-niveaus (zie aanpak in paragraaf 2.3.1). Deze gesommeerde depositie is een goede maat voor het verlies aan biodiversiteit welke evenredig is met de stikstofdepositie boven de kritische waarde. Deze indicator is dan ook een internationaal geaccepteerde maat om effecten op biodiversiteit uit te drukken. Met de afnemende mate van overschrijding neemt de mate van herstel van biodiversiteit toe. Wanneer lokaal de depositie daalt onder

de no-effectniveaus zal volledig herstel mogelijk kunnen worden en zullen alle soorten kunnen terugkeren. Hierbij moet worden aangetekend dat de via de lucht aangevoerde stikstof zich gedurende vele jaren heeft opgehoopt in de bodem. Deze 'stikstoferfenis' uit het verleden zal eerst moeten worden opgeruimd voordat de gewenste doelsoorten in een natuurgebied weer zullen terugkeren.
In werkelijkheid zal een vermindering van de stikstofdepositie pas met een vertraging van vele jaren leiden tot een herstel van doelsoorten (Smeets et al. 2012). In aanvulling op deze centrale indicator hebben we ook het effect van het voorstel op 'het areaal natuur met overschrijding' in beeld gebracht. Het gaat hier om het areaal natuur waar de depositie zich nog boven de kritische no-effectwaarde bevindt.
We hebben de analyse uitgevoerd voor stikstof en zuur afzonderlijk, en voor zowel de gehele landnatuur in Nederland als voor de Natura 2000-gebieden hierbinnen. De Natura 2000-gebieden hebben een speciale beschermde wettelijke status. Nederland heeft de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) ontwikkeld om te kunnen voldoen aan de eisen die de Europese wetgeving stelt aan de milieucondities in Natura 2000-gebieden.

Overmaat aan stikstofdepositie op natuur daalt tussen 2005 en 2030 met circa 50 procent door bestaand beleid
Ook zonder het nieuwe Commissievoorstel, met alleen het vastgestelde beleid, zullen de emissies van stikstof- en zuurverbindingen de komende jaren dalen en zal de depositie op natuurgebieden verminderen (figuur 5.6).
De geaccumuleerde stikstofdepositie boven kritische depositieniveaus (op de totale Nederlandse landnatuur) daalt naar verwachting tussen 2005 en 2030 met circa 50 procent (53 procent niet afgerond). Deze maat voor de depositie daalt dan van circa 435 miljoen mol stikstof per jaar in 2005 naar circa 205 miljoen mol stikstof per jaar in 2030 (tabel 5.5). De stikstofdruk op de natuur in Nederland neemt dus duidelijk af en dit zal zich op termijn vertalen in meer soortenrijkdom in natuurgebieden. Voor de Natura 2000-natuur is het beeld vergelijkbaar (figuur 5.6).
Ondanks de forse verbetering in stikstofbelasting blijft de depositie in een groot deel van de natuurgebieden in 2030 nog boven de no-effectniveaus. Figuur 5.6 laat ook zien dat de daling in het natuurareaal met overschrijding van de kritische depositie dan ook minder snel gaat dan de daling in de gesommeerde stikstofoverbelasting. Dit verschil wordt verklaard doordat er op dit moment een groot areaal aan natuurgebieden is waar de kritische depositieniveaus ruim worden overschreden. In deze gebieden neemt de mate van overschrijding van no-effectniveaus af, maar dit leidt er niet toe dat de depositie ook onder de no-effectwaarde uitkomt. Een voorbeeld hiervan zijn gevoelige natuurtypen zoals heide en bossen op de hoge zandgronden en hoogvenen (Koelemeijer et al. 2010).

In een groot areaal van de Nederlandse natuur worden momenteel de no-effectniveaus overschreden en tot 2030 zal dit niet drastisch veranderen. In 2005 ligt de depositie in circa 77 procent van het natuurareaal boven de kritische no-effectwaarde. In 2030 is dit met bestaand beleid verminderd tot 72 procent.

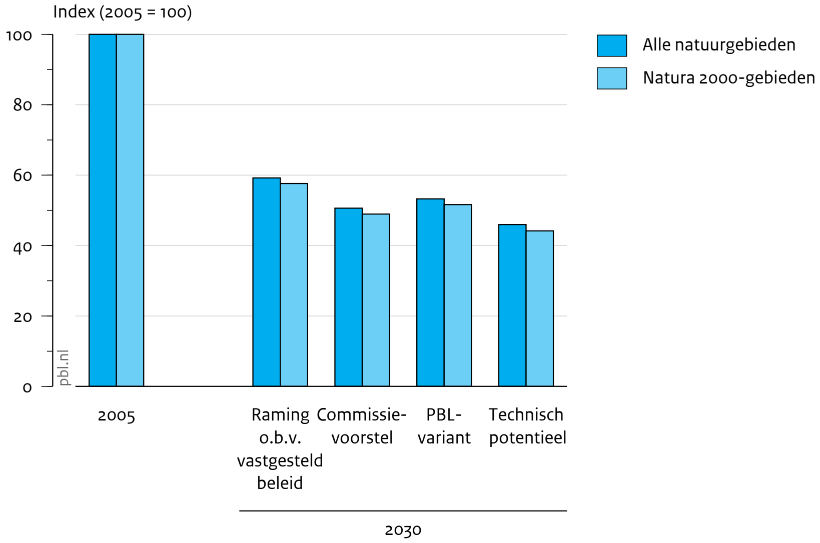
De resultaten voor depositie van verzurende verbindingen zijn analoog aan die van stikstofverbindingen (figuur 5.7). Dit komt uiteraard deels omdat ook stikstofverbindingen verzurend werken, zodat een belangrijk deel van de oorzaak van het probleem van vermesting en verzuring (NO_x en NH_3) gelijk is. Alleen SO_2 draagt dan nog extra bij aan verzuring. De geaccumuleerde zuurdepositie boven kritische niveaus op de totale landnatuur daalt tussen 2005 en 2030 met circa 40 procent, van circa 770 miljoen mol zuur per jaar in 2005 naar circa 455 miljoen mol zuur per jaar in 2030.
Het areaal natuur met overschrijding van de kritische depositie voor zuur neemt tussen 2005 en 2030 af, van 79 procent in 2005 tot 76 procent in 2030.

Overmaat aan stikstof daalt tussen 2005 en 2030 met circa 70 procent door bestaand beleid plus het Commissievoorstel
Bestaand beleid en het Commissievoorstel leiden gezamenlijk tot een daling in de gesommeerde stikstofdepositie (boven kritische niveaus) tussen 2005 en 2030 met circa 70 procent (67 procent niet afgerond). De 67 procent is 14 procent(punten) meer dan de daling door het bestaande beleid alleen (van 53 procent). De overmaat aan stikstofdepositie bedraagt volgens de raming met bestaand beleid circa 205 miljoen mol per jaar in 2030, en daalt met het voorliggende voorstel naar circa 145 miljoen mol per jaar. Ten opzichte van alleen het bestaand beleid verbeteren de milieucondities in natuurgebieden en neemt de mate van herstel van biodiversiteit in de Nederlandse natuur toe.
Zoals hiervoor verklaard, daalt het areaal natuur met overschrijding van kritische niveaus met bestaand beleid van 77 procent in 2005 tot 72 procent in 2030. Na doorvoering van het Commissievoorstel zal nog circa 67 procent van de Nederlandse natuur in 2030 te maken hebben met overschrijdingen van no-effectniveaus. Dat is een extra daling van 5 procent(punt). Om het niet-beschermde natuurareaal te beschermen tegen de nadelige effecten van stikstofdepositie blijven herstel- en beheermaatregelen nodig.
Bestaand beleid en het Commissievoorstel leiden samen, in vergelijking tot de geraamde depositie met bestaand beleid (nulalternatief), tot een daling in de gesommeerde zuurdepositie (boven kritische niveaus) tussen 2005 en 2030 met circa 49 procent. Dit is 8 procent(punten) meer dan de daling van 41 procent door bestaand beleid alleen.

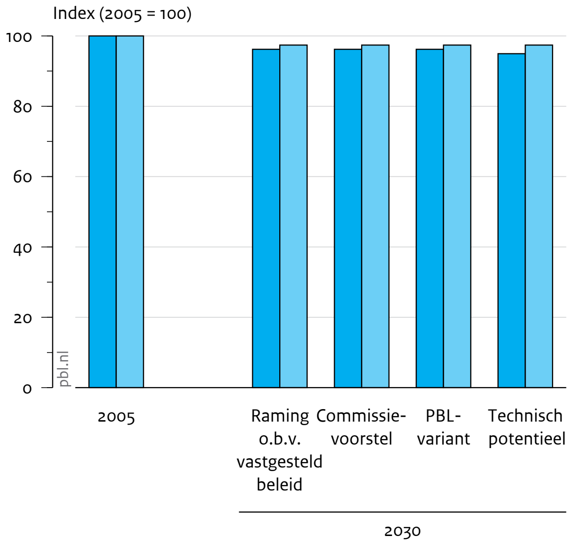
Figuur 5.7

Effecten van zuurdepositie op natuurkwaliteit

Overschrijding van kritische zuurdepositieniveaus



Natuurareaal met overschrijding kritische zuurdepositieniveaus



Bron: PBL/RIVM

Kijken we naar het areaal natuur (met overschrijding van kritische niveaus voor zuur) dan zien we weinig verbetering bij doorvoering van het voorstel. Met bestaand beleid daalt dit areaal van 79 procent van de landnatuur in 2005 tot 76 procent in 2030 (zie tabel 5.5). Na doorvoering van het Commissievoorstel zal dit percentage nagenoeg niet veranderen en zal nog altijd 76 procent van de landnatuur in 2030 te maken hebben met overschrijdingen van no-effectniveaus voor zuur.

De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in tabel 5.5 en 5.6.

- Tabel 5.5 geeft de fysieke effecten weer van luchtverontreiniging op de natuurkwaliteit, uitgedrukt als (i) de gesommeerde depositie op natuur boven de kritische depositieniveaus – in miljoen mol per hectare –, en (ii) het areaal natuur – in vierkante kilometers – met een depositie hoger dan de kritische depositiewaarde.
- Tabel 5.6 geeft de vermindering weer in (i) de gesommeerde depositie op natuur boven de kritische depositieniveaus – in miljoen mol per hectare –, en (ii) het areaal natuur met overschrijding – in vierkante kilometers –, als gevolg van het voorstel.

Tabel 5.5

Fysieke natuureffecten door antropogene emissies in 2005 en 2030

	-		Raming	Commissie-voorstel	PBL-variant	Technisch potentieel
		2005	2030	2030	2030	2030
Vermesting						
Totale natuur						
Gesommeerde overschrijding no-effectniveaus	miljoen mol per jaar	436	206	146	166	113
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	77	72	67	69	62
Natura 2000						
Gesommeerde overschrijding no-effectniveaus	miljoen mol per jaar	237	111	80	90	63
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	66	60	55	57	51
Verzuring						
Totale natuur						
Gesommeerde overschrijding no-effectniveaus	miljoen mol per jaar	768	455	389	409	353
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	79	76	76	76	75
Natura 2000						
Gesommeerde overschrijding no-effectniveaus	miljoen mol per jaar	322	185	157	166	142
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	77	75	75	75	75

1 De over het Nederlandse natuurareaal gesommeerde jaarlijkse depositie van stikstof (dan wel zuur) boven de kritische no-effectniveaus.

5.4 Monetaire baten natuur

In de vorige paragraaf is weergegeven hoe de depositie van stikstof op natuur afneemt bij een aanscherping van emissieplafonds. Deze afname in depositie leidt op termijn tot minder voedselrijke omstandigheden, waardoor kenmerkende doelsoorten terugkeren en de biodiversiteit van de natuur weer toeneemt. De afname in depositie leidt ook tot een verbetering van ecosysteemdiensten, onder andere door een verbetering van de waterkwaliteit vanwege de afname van uitspoeling van stikstof naar het grondwater en door een afwisselender en aantrekkelijker landschap met minder brandnetels en vergrassing. De verbeteringen in biodiversiteit en ecosysteemdiensten hebben een positief effect op onze welvaart. Hierna wordt verder ingegaan op de verbeteringen in biodiversiteit.

Het PBL (Smeets et al. 2012) heeft mogelijke veranderingen in biodiversiteit in een eerdere beleidsstudie kwantitatief onderbouwd en toegelicht. Tabel 5.7 geeft een inschatting van het percentage doelsoorten dat uit natuurgebieden verdwijnt als gevolg van een overschrijding van de kritische depositieniveaus voor stikstof.

De tabel laat zien dat een overschrijding met 500 tot 1.500 mol stikstof per hectare per jaar (N/ha/jr) kan leiden tot een daling van de soortenrijkdom van circa 10 tot 30 procent. De tabel laat ook zien dat het effect verschilt per habitat en afhangt van de doelsoorten waarnaar wordt gekeken. Aangenomen dat het verlies aan biodiversiteit evenredig is met de verandering in stikstofdepositie boven de kritische waarde, dan bedraagt het aandeel verlies aan soorten per 100 mol stikstof per hectare per jaar ruwweg 1 tot 2 procent, afhankelijk van het habitattype. Voor de afleiding van deze bandbreedte is de totaalregel uit tabel 5.7 gebruikt. De laagste waarde is daarbij 15 procent gedeeld door 1.500 mol stikstof per hectare per jaar. De hoogste waarde is 10 gedeeld door 500. Uitgaande van een directe lineaire omkeerbaarheid van de relatie tussen overschrijding en soortenverlies, kan worden afgeleid dat een deel van de doelsoorten die door stikstofoverbelasting verloren zijn gegaan, bij vermindering van de depositie weer terug zal keren.
De gemiddelde stikstofoverbelasting in 2005 is berekend op 1.130 mol stikstof per hectare per jaar. Combineren we dit cijfer met tabel 5.7, dan volgt daaruit een grove indicatie voor de mate van soortenverlies in natuurgebieden (onder ander voor droge heide, bos op arme

Tabel 5.6

Vermindering in fysieke natuureffecten in 2030 ten opzichte van het nulalternatief met vaststaand beleid ('de raming')

	Eenheid	Commissievoorstel tov de raming	PBL-variant tov de raming	Technisch potentieel tov de raming
		2030	2030	2030
Vermesting				
Totale natuur				
Geaccumuleerde overschrijding kritische stikstofdepositie[1]	miljoen mol per jaar	60	40	92
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	5	3	10
Natura 2000				
Geaccumuleerde overschrijding kritische stikstofdepositie[1]	miljoen mol per jaar	31	21	48
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	5	3	9
Verzuring				
Totale natuur				
Geaccumuleerde overschrijding kritische stikstofdepositie[1]	miljoen mol per jaar	66	46	102
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	0	0	1
Natura 2000				
Geaccumuleerde overschrijding kritische stikstofdepositie[1]	miljoen mol per jaar	28	19	43
Percentage landnatuur areaal met overschrijding no-effectniveaus	%	0	0	0

1 De over het Nederlandse natuurareaal geaccumuleerde jaarlijkse depositie van stikstof (dan wel zuur) boven de kritische depositieniveaus.

zandgronden en voedselarme natte graslanden). We werken hier met gemiddelden voor heel Nederland. Er is een groot aantal natuurgebieden waar de overmaat aan stikstofdepositie hoger ligt dan deze 1.130 mol per hectare per jaar. De gemiddelde overmaat van 1.130 mol per hectare per jaar in 2005 geeft dan een soortenverlies van 11 tot 23 procent . In 2030 zal dit verlies bij een stikstofoverbelasting van 570 mol per hectare per jaar bij benadering zijn afgenomen naar 6 tot 11 procent. Met een verdergaande aanscherping van het beleid door het Commissievoorstel daalt de stikstofoverbelasting tot 435 mol per hectare per jaar. Hierdoor kan het soortenverlies verder afnemen naar 4 tot 9 procent in 2030.
Het gaat bij deze analyse uitdrukkelijk om een quickscan. De verbinding die we aanbrengen tussen biodiversiteitsverandering en welvaartsbaten in euro's, is onzeker en indicatief. Deze is alleen bedoeld om enig beeld te krijgen van de omvang van de te verwachten winst in biodiversiteit van de voorgestelde emissiereductieverplichtingen.
Het is niet mogelijk om bovengenoemde veranderingen in soortenrijdom te vertalen in geld. Dit komt omdat we niet weten hoe Nederlanders de gegeven veranderingen in soortenrijkdom waarderen. Oftewel, de betalingsbereidheid van Nederlanders voor deze positieve natuureffecten is onbekend. Nieuwe studies zijn nodig om deze natuurbaten te kunnen monetariseren.
Merk op dat we bij de berekening van het KBA-saldo in hoofdstuk 6 wel een kostenbesparing hebben opgenomen die samenhangt met de vermindering van schadelijke natuureffecten (zie hoofdstuk 2). Immers, bij een verlaging van de stikstofdepositie door vermindering van de NH_3-uitstoot zijn er minder beheer- en herstelkosten nodig in wettelijk beschermde Natura 2000-gebieden. Deze kostenbesparing mag niet worden verward met de werkelijke natuurbaten. Dit zou principieel onjuist zijn. Bij de inschatting van natuurbaten gaat het er nadrukkelijk om na te gaan hoe Nederlanders veranderingen in natuurkwaliteit waarderen, en dat is iets anders dan bovengenoemde kostenbesparing. De werkelijke natuurbaten kunnen fors hoger dan wel lager liggen dan de kostenbesparing op beheer- en herstelkosten. We weten het niet. Voor meer informatie over de waardering van veranderingen in natuurkwaliteit verwijzen we naar het PBL-rapport *Kosten en baten van*

Tabel 5.7

Geschat percentage soorten dat verdwijnt bij een overschrijding van kritische depositienormen voor stikstof met 500/1.000/1.500 mol stikstof per hectare per jaar ten opzichte van een situatie zonder overschrijding

	Bos op arme zandgronden	Bos op rijke zandgronden	Droge heide	Natte heide	Hoogveen	Voedselarme, natte graslanden
Vlinders	Ns	Ns	16/29/41	Ns	Ns	35/58/73
Vogels	8/17/25	5/10/15	5/10/14	11/22/33	9/20/32	8/15/23
Planten	17/30/42	24/43/58	14/27/38	ns	Ns	Ns
Totaal	9/18/25	8/15/22	10/19/27	ns	Ns	10/19/28

Bron: Hinsberg et al. (2008)
Ns = niet significant; 1.000 mol = 14 kilogram.

strengere emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen (zie Smeets et al. 2012).

Noten

1 De som van de maximale 8-uursgemiddelden per dag voor zover die concentraties hoger waren dan 35 ppb (= 35 ozondeeltjes per miljard luchtdeeltjes), dat is gelijk aan 70 microgram per kubieke meter.
2 De som van de maximale 8-uursgemiddelden per dag voor zover die concentraties hoger waren dan 10 ppb (= 35 ozondeeltjes per miljard luchtdeeltjes), dat is gelijk aan 20 microgram per kubieke meter.

Afweging van kosten en baten

In dit hoofdstuk vergelijken we de kosten en baten van de door de Commissie voorgestelde emissiereductieverplichtingen tussen 2005 en 2030. Het PBL heeft daarnaast een variant op dit voorstel opgesteld en doorgerekend op kosten en baten. We hebben deze variant opgesteld, omdat de Commissie bij de afleiding van de reductieverplichtingen is uitgegaan van andere veronderstellingen dan het PBL over de ‘autonome’ ontwikkeling van emissies in Nederland tussen 2005 en 2030 bij doorvoering van het vaststaande beleid (hoofdstuk 2 en 3). Deze andere aannames over de autonome emissietrends hebben gevolgen voor de scherpte van de reductiedoelstellingen. In de variant op het voorstel laat het PBL zien hoe de emissiereductieverplichtingen er – bij benadering – zouden hebben uitgezien als de Commissie bij de afleiding van het voorstel zou zijn uitgegaan van de Nederlandse emissieramingen van het PBL en ECN. Daartoe is het door het PBL en ECN geraamde emissieniveau in 2030 verminderd met de absolute reductieopgaven (in kiloton) die de Europese Commissie als kosteneffectief beschouwd voor Nederland. Deze absolute kosteneffectieve emissiereductieopgaven voor lidstaten heeft de Commissie laten berekenen met het Europese GAINS-model, redenerend vanuit een Europees KBA-perspectief waarbij is gezocht naar kostenoptimale oplossingen voor Europa als geheel.

Merk op dat bij de afleiding van de PBL-variant voor fijnstof ($PM_{2,5}$) een wat andere werkwijze is gevolgd dan voor de andere stoffen. Dit is gedaan, omdat de Commissie de kosten veel lager en de nog te behalen reductie veel hoger inschat dan het PBL en ECN. Het maatregelenpakket voor $PM_{2,5}$ in de PBL-variant moet echter wel blijven aansluiten bij de ambitie die de Commissie heeft voor de fijnstofreductie in Nederland. Die aansluiting is gevonden door te kijken naar de kosteneffectiviteit (kosten per kiloton reductie) van de duurste maatregel die de Commissie nog voor Nederland als kostenoptimaal ziet. Het Nederlandse maatregelenpakket voor $PM_{2,5}$ bevat daarom alle maatregelen die net zo duur of goedkoper zijn dan de duurste maatregel van de Commissie voor Nederland (zie paragraaf 3.2 voor een verdere toelichting). De PBL-variant op het voorstel bevat uiteindelijk een extra emissiereductie van 0,8 kiloton $PM_{2,5}$ (ten opzichte van de nationale raming), waar de Commissie een reductie van 1,9 kiloton $PM_{2,5}$ als kosteneffectief beschouwd voor Nederland (ten opzichte van de Europese raming), en waar het PBL de beleidsopgave voor het Commissievoorstel op nul inschat (ten opzichte van de nationale raming).

De PBL-variant op het voorstel laat dus zien hoe de emissiereductieverplichtingen voor de periode 2005-2030 er ongeveer zouden hebben uitgezien als de Commissie bij de afleiding van het voorstel zou zijn uitgegaan van de nationale emissieramingen als vertrekpunt en gelijke veronderstellingen zou hebben gebruikt over de kosten van emissiereductie van $PM_{2,5}$. De bijbehorende aanpassingen in de absolute emissiereductieopgaven voor 2030 zijn gegeven in tabel 6.1: voor zwaveldioxide (SO_2) van 7 kiloton volgens het Commissievoorstel naar 4 kiloton volgens de PBL-variant, voor stikstofoxiden (NO_x) van 42 naar 22 kiloton, voor ammoniak (NH_3) van 6 naar 1 kiloton, voor NMVOS van 45 naar 5 kiloton en voor $PM_{2,5}$ van 0 naar 0,8 kiloton.

6.1 Kosten en baten van het Commissievoorstel

Maatschappelijke baten van het Commissievoorstel overstijgen de kosten met 314 miljoen per jaar

De maatschappelijke baten van het Commissievoorstel zijn hoger dan de kosten. Op basis van de KBA concludeert het PBL dat het voorstel een positieve bijdrage levert aan de welvaart van de Nederlandse samenleving. Het KBA-saldo geeft het netto saldo van de berekening, dat wil zeggen de baten min de kosten. Op jaarbasis bedraagt het KBA-saldo van het Commissievoorstel 314 miljoen euro (figuur 6.1 en tabel 6.2, prijspeil 2010). Tegenover de jaarlijkse kosten voor maatregelen van circa 410 miljoen euro

Tabel 6.1

Emissiereductieopgaven voor Nederland in 2030 volgens de Commissie en volgens het PBL voor het Commissievoorstel en voor de PBL-variant (in kiloton)

	2030 Commissievoorstel (volgens Commissie)	2030 Commissievoorstel[c] (volgens PBL)	2030 PBL-variant[a]	2030 Verschil[b] Commissievoorstel (volgens PBL) en PBL-variant
SO_2	4	7	4	3
NO_x	22	42	22	20
NH_3	1	6	1	5
NMVOS	5	45	5	40
$PM_{2,5}$	1,9	0	0,8	-0,8

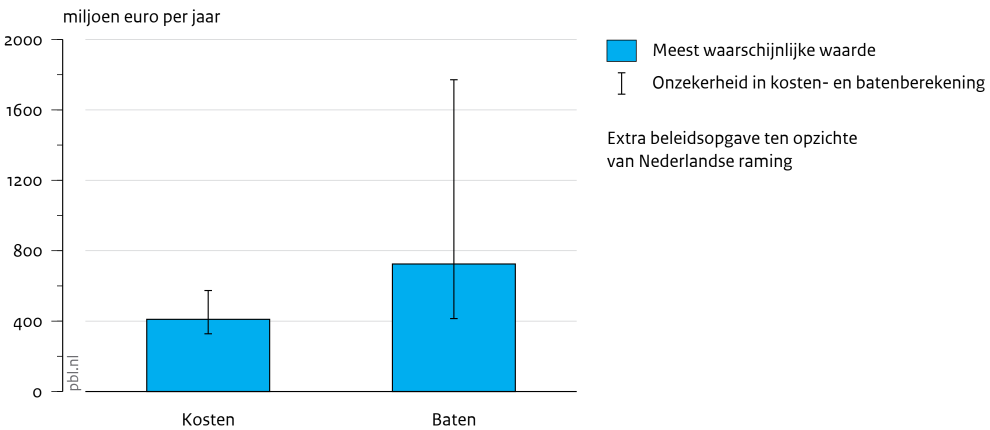
a Deze kosteneffectieve emissiereducties in 2030 volgens de PBL-variant komen overeen met de reducties zoals de Commissie deze als kostenoptimaal heeft berekend voor Nederland

b Het verschil tussen de reductieopgaven volgens het Commissievoorstel en de PBL-variant geeft weer hoe de reductieopgave voor Nederland (zie PBL-variant) verandert als we uitgaan van de nationale PBL-ECN-raming

c Dit is de extra beleidsopgave volgens het PBL voor het Commissievoorstel ten opzichte van de Nederlandse raming, en deze beleidsopgave wijkt af van de beleidsopgave waar de Commissie voor Nederland op uitkomt ten opzichte van de Europese raming (zie figuur 3.1).

Figuur 6.1

Kosten en baten van Commissievoorstel voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

staan jaarlijkse baten van circa 724 miljoen. De baten zijn daarbij een factor 1,8 groter dan de kosten. In het KBA-saldo zijn natuurbaten en tijdelijk optredende werkgelegenheidseffecten niet meegenomen, omdat we hier weinig van weten, en deze niet betrouwbaar kunnen kwantificeren.

De uitkomsten van de kosten-batenanalyse van het Commissievoorstel kent onzekerheden. In figuur 6.1 is deze onzekerheid inzichtelijk gemaakt. Voor de batenschatting zijn twee belangrijke onzekerheden in beeld gebracht: de onzekerheid in de gezondheidseffectberekening (vervroegde sterfte en gezondheidsverlies) en in de waardering van een gewonnen levensjaar. Beide onzekerheden zijn gecombineerd in één bandbreedte. De onzekerheidsanalyse laat daarbij zien dat er een kleine kans is dat de baten lager uitvallen dan de kosten. Dit doet zich voor als de baten aan de onderkant van de bandbreedte (414 miljoen euro per jaar) uitkomen en de kosten aan de bovenkant (574 miljoen per jaar). In dat geval is het mogelijk dat het Commissievoorstel geen netto welvaartswinst oplevert voor de Nederlandse samenleving.

Tabel 6.2
Jaarlijkse kosten en baten van het Commissievoorstel volgens inschatting van het PBL (in miljoen euro, 2030; prijspeil 2010)

	Opgenomen in KBA-saldo	Commissievoorstel	Bandbreedte
Kosten		**410**[e]	**328 tot 574**
Directe kosten van maatregelen	Ja	410	328 tot 574
Welvaartsverlies door minder consumptie	Nee	Verwaarloosbaar klein (CE 2008; EC 2013b)[a]	
Tijdelijk verlies werkgelegenheid	Nee	Circa 0-15% van de directe kosten maatregelen (CE 2008)[b]	
Beleidskosten en -inefficiënties	Nee	Beperkt van omvang (CE 2008)	
Baten		**724**[e]	**414 tot 1.771**
Gezondheid	Ja	699	389 tot 1.745
Natuur	Nee	Onbekend[c]	
Kostenbesparing voor herstel- en beheermaatregelen Natura 2000	Ja	25	
Landbouw (gewasschade)	Ja	-0,4(ERMC 2014)	
Materialen en gebouwen	Ja	1,1 (ERMC 2014)	
Totaal welvaartseffect (KBA-saldo)		**314**[e]	**-160 tot 1.443**[d]

a Het effect is klein. Het PBL wil in een vervolgstudie deze effecten van de tweede orde op de economie nog nader inschatten met het macro-economische model World Scan.
b De schatting van het arbeidsmarkteffect is onzeker en daarom niet meegenomen in het eindeffect. Of dit effect optreedt, hangt af van de krapte op de arbeidsmarkt.
c De maatschappelijke baten van een betere natuurkwaliteit of biodiversiteit als gevolg van minder stikstof- en zuurbelasting zijn onbekend, omdat we niet weten welke waarde mensen hieraan toekennen.
d De range is bepaald door hoogste (laagste) schatting van de kosten te combineren met de laagste (hoogste) van de schatting baten.
e Door afronding kunnen gesommeerde kosten en baten (en het saldo) iets afwijken van gegeven afzonderlijke posten.

Directe kosten van maatregelen en gezondheidsbaten domineren de uitkomst van de kosten-batenanalyse

De directe kosten van maatregelen worden geschat op circa 410 miljoen euro op jaarbasis (tabel 6.2, hoofdstuk 4). Deze directe kosten van maatregelen vormen een goede benadering van de eerste orde van de negatieve welvaartseffecten van het voorgestelde luchtbeleid (zie tekstkader 6.1). Door de luchtmaatregelen stijgen de productiekosten en daarmee de prijzen. Hierdoor zullen Nederlandse consumenten meer moeten betalen voor producten. De consumptie van Nederlandse huishoudens zal afnemen, en dit betekent verlies aan welvaart.

De directe kosten van maatregelen vertalen zich dus uiteindelijk in welvaartsverlies voor de Nederlandse consument.

De gezondheidsbaten zijn berekend op 699 miljoen euro op jaarbasis. Deze baten zijn uitvoerig toegelicht in paragraaf 5.2 (figuur 5.3) en worden verklaard door de toegenomen levensverwachting en een verbeterde gezondheid van Nederlanders. Een van de batenposten zijn de directe economische baten als gevolg van minder ziekteverzuim. Deze baten worden geschat op 47 miljoen euro in 2030.

Naast de directe kosten van maatregelen is er in tabel 6.2, onder het kopje baten, ook een kostenbesparing opgenomen van 25 miljoen euro op jaarbasis. Deze kostenbesparing vloeit voort uit de wettelijke verplichting tot het (op termijn) op orde brengen van ecologische vereisten in Nederlandse Natura 2000-gebieden. Deze wetgeving vereist dat Nederland beheer- en herstelmaatregelen treft in Natura 2000-gebieden. Met deze beheer- en herstelmaatregelen kunnen de negatieve effecten van een te hoge depositie in deze gebieden worden tegengegaan. Bij uitvoering van het Commissievoorstel vermindert de depositie van stikstof en zuur op de Nederlandse natuur, en zijn er automatisch ook minder beheer- en herstelmaatregelen in deze Natura 2000-gebieden nodig. We hebben alleen de besparing op beheer- en herstelmaatregelen in Natura 2000-gebieden in beeld gebracht. Hiervoor zijn cijfers beschikbaar (Folkert et al. 2014). Daarnaast zal het Commissievoorstel ook leiden tot kostenbesparingen op

De directe kosten van maatregelen vormen een benadering van de maatschappelijke kosten
De in dit hoofdstuk in beeld gebrachte directe kosten van maatregelen vormen een benadering van de maatschappelijke kosten voor Nederland. De prijsverhogingen in een sector zullen uiteindelijk namelijk niet alleen gevolgen hebben voor de sector die de maatregelen gaat nemen, maar kunnen indirect, via het koopgedrag van de consument, ook gevolgen hebben voor de productie in andere sectoren. Er treden door de veranderingen in prijzen allerlei effecten van de tweede orde op in de economie, die we door alleen te kijken naar kosten van maatregelen niet in beeld krijgen. Ook beïnvloedt de voorgestelde wetgeving de relatieve prijzen tussen landen (EU versus niet-EU, Nederland versus andere EU-landen), wat gevolgen heeft voor de internationale concurrentiepositie, en dus voor de productie. Al deze tweede orde-effecten op de economie zijn moeilijk te voorspellen, maar kunnen enigszins in beeld worden gebracht met een macro-economisch model. In deze fase van de studie was de tijd te krap om zo'n macro-economische analyse uit te voeren. Het PBL wil hier in een vervolgstudie naar kijken. De verwachting is dat deze vervolganalyse de hoofdconclusies over de welvaartseffecten niet wezenlijk zal beïnvloeden, maar wel meer inzicht zal geven over de verdeling van de lasten.

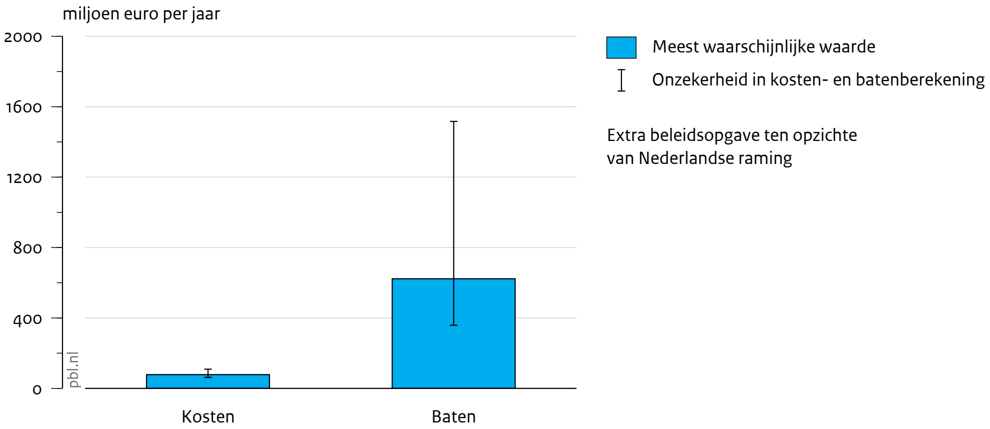
beheer en herstel in de niet-Natura 2000-natuur in Nederland. Deze kostenbesparing kon hier niet worden gekwantificeerd, omdat de cijfers hiervoor niet beschikbaar waren.
Zoals toegelicht in paragraaf 5.3, kan de bovengenoemde kostenbesparing van afgesproken Natura 2000-beleid welvaartstheoretisch niet worden gelijkgesteld aan de natuurbaten. We weten namelijk niet hoe Nederlanders het verlies aan natuurkwaliteit door overmatige stikstof- en zuurdepositie waarderen, en we kennen dus ook de baten niet van het voorkomen van deze schade. Daarom zijn de baten voor de samenleving van een betere natuurkwaliteit (onder andere meer biodiversiteit) in tabel 6.2 als aparte pro-memoriepost vermeld, met de toelichting 'onbekend'.
Naast de effecten van de tweede orde die zijn beschreven in tekstkader 'De directe kosten van maatregelen vormen een benadering van de maatschappelijke kosten', is het ook zo dat het Commissievoorstel de arbeidsmarkt beïnvloedt. Als gevolg van het voorstel stijgen namelijk de kosten van productie, zullen prijzen en lonen veranderen en zal de consumptie en productie dalen. Als gevolg van dit overheidsingrijpen op de markten kunnen er tijdelijke werkgelegenheidseffecten optreden. Door het voorstel wordt namelijk het evenwicht op de arbeidsmarkt verstoord, en een aantal mensen zal van baan moeten veranderen en daarbij tijdelijk geen werk hebben. Dit zijn kosten voor de samenleving. Na verloop van tijd zal een nieuw evenwicht op de arbeidsmarkt ontstaan, maar dit kan enkele jaren duren. Hoe groot het effect zal zijn, hangt af van hoe snel mensen een nieuwe baan kunnen vinden en daarmee van de krapte op de arbeidsmarkt. CE Delft (CE 2008) heeft dit mogelijk optredende tijdelijke werkgelegenheidseffect in beeld gebracht en gemonetariseerd. CE veronderstelt daarbij dat de aanpassing van de arbeidsmarkt vijf jaar zal duren. Dit lijkt aan de hoge kant, omdat er geen rekening wordt gehouden met mogelijke toekomstige arbeidsmarkttekorten. CE laat vervolgens zien dat dit tijdelijke werkgelegenheidseffect fors lager uitvalt als wel rekening wordt gehouden met een krapte op de arbeidsmarkt. Om de onzekerheid in dit werkgelegenheidseffect duidelijk te maken, geven we voor dit tijdelijke effect indicatief een range aan van 0-15 procent van de directe kosten van maatregelen (CE 2008). Dit werkgelegenheidseffect beïnvloedt het jaarlijkse KBA-saldo overigens niet wezenlijk, zelfs niet als dit effect 15 procent mocht bedragen van de maatregelkosten. Omdat het hier gaat om een erg onzekere kostenpost, hebben we deze kosten niet meegenomen in het KBA-saldo. Merk verder op dat het hier gaat om tijdelijke werkgelegenheidseffecten die worden verklaard door de overgang naar een schonere economie.

Verdeling baten en lasten Commissievoorstel

De directe kosten van het Commissievoorstel van 410 miljoen euro op jaarbasis vanaf 2030 bedragen circa 0,05 procent van het bruto binnenlands product voor 2030. Daarvan moeten bedrijven 368 miljoen euro opbrengen en huishoudens 42 miljoen. Voor een verder verdeling van de directe kosten naar sectoren verwijzen we naar hoofdstuk 4. Daar is ook een toelichting gegeven op de indirecte effecten die deze kosten kunnen hebben op de economie en de markten. Hoe de directe kosten uiteindelijk doorwerken in de diverse sectoren, hebben we nu niet kunnen onderzoeken. Hiervoor is een speciale macro-economische analyse nodig die het PBL heeft gepland, maar die nog niet is uitgevoerd.
De baten van het Commissievoorstel komen bij de burger vooral terecht in de vorm van een langere levensduur en een betere gezondheid. Daarnaast komen er ook baten bij bedrijven terecht, doordat werknemers minder vaak ziek zijn en er dus minder werkdagen verloren gaan. Ook is de arbeidsbevolking gezonder.

Figuur 6.2

Kosten en baten van PBL-variant voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

6.2 Kosten en baten van de PBL-variant

Het kosten-batensaldo voor de PBL-variant op het Commissievoorstel is 545 miljoen euro per jaar

Het KBA-saldo op jaarbasis voor de PBL-variant bedraagt in 2030 circa 545 miljoen euro (prijspeil 2010). Tegenover de jaarlijkse kosten voor maatregelen van circa 78 miljoen euro staan jaarlijkse baten van circa 623 miljoen.
De baten zijn daarbij een factor 8 groter dan de kosten. Figuur 6.2 en tabel 6.3 geven het KBA-saldo voor de PBL-variant op het voorstel.
In vergelijking met het Commissievoorstel komen de kosten volgens de PBL-variant een factor 5 lager uit, terwijl de baten slechts 14 procent lager uitkomen.
De fors lagere kosten volgens de PBL-variant worden verklaard doordat de reductieverplichtingen voor zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxiden (NO_x), ammoniak (NH_3) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) minder ambitieus zijn gesteld dan volgens het voorstel. Voor $PM_{2,5}$ is de reductieverplichting scherper gesteld.
Het netto saldo van deze verschillen in reductieverplichtingen is dat de berekende jaarlijkse baten volgens de PBL-variant 101 miljoen euro lager uitkomen dan volgens het Commissievoorstel. Dit verschil is relatief gering als we kijken naar het grote verschil in kosten. Dit effect wordt verklaard doordat de baten voor Nederland voor het merendeel (70 procent volgens het Commissievoorstel en 81 procent volgens de PBL-variant) worden verklaard door emissiereducties in het buitenland, en deze emissiereducties zijn voor beide doorgerekende beleidsalternatieven gelijkgesteld. Luchtverontreiniging is een grensoverschrijdend probleem, waarbij Nederland voordelen ondervindt van een verlaging van de uitstoot in het buitenland en vice versa. Bij de doorrekening van beide beleidsvarianten zijn voor het buitenland emissiereducties gebruikt die overeenkomen met wat deze landen volgens de Commissie nog kosteneffectief aan extra emissiereducties kunnen realiseren, gelet op de door de Commissie nagestreefde langetermijndoelen voor vermindering van gezondheidsschade. Het berekende verschil in baten tussen het Commissievoorstel en de PBL-variant wordt dus volledig verklaard door een verschil in binnenlandse emissiereducties.
Wanneer we naar de onzekerheden in de baten en kosten kijken voor de PBL-variant (figuur 6.2), dan zijn de baten in alle gevallen hoger dan de kosten, ook als de baten laag en de kosten hoog uitkomen. Met andere woorden: het is zeer waarschijnlijk dat de PBL-variant een duidelijke welvaartswinst oplevert voor de Nederlandse samenleving.

Vergelijking resultaten nationale en Europese kosten-batenanalyse

Vergelijken we de kosten en baten van de nationale KBA met de resultaten van de Europese KBA (EMRC 2014), dan zien we grote verschillen. In tabel 6.4 en figuur 6.3 zijn de kosten en baten van de extra beleidsopgaven voor luchtverontreinigende stoffen voor Nederland in 2030 volgens drie berekeningen vergeleken:

1. kosten en baten voor de reductieverplichtingen volgens het Commissievoorstel ten opzichte van de Europese raming (zoals berekend door de Commissie);
2. kosten en baten voor de reductieverplichtingen volgens het Commissievoorstel ten opzichte van de Nederlandse raming (zoals berekend door het PBL);
3. kosten en baten voor de reductieverplichtingen volgens de PBL-variant op het Commissievoorstel ten opzichte van de Nederlandse raming (zoals berekend door het PBL).

Tabel 6.3
Jaarlijkse kosten en baten van de PBL-variant op het Commissievoorstel (miljoen euro, 2030; prijspeil 2010)

	Opgenomen in KBA-saldo	PBL-Variant	Bandbreedte
Kosten		**78[e]**	**62 tot 109**
Directe kosten van maatregelen	Ja	78	62 tot 109
Welvaartsverlies door minder consumptie	Nee	Verwaarloosbaar klein (CE 2008; EC 2013b)[a]	
Tijdelijk verlies werkgelegenheid	Nee	Circa 0-15% van de directe kosten maatregelen (CE 2008)[b]	
Beleidskosten en -inefficiënties	Nee	Beperkt van omvang (CE 2008)	
Baten		**623[e]**	**359 tot 1.517**
Gezondheid	Ja	597	333 tot 1.491
Natuur	Nee	Onbekend[c]	
Kostenbesparing voor herstel- en beheermaatregelen Natura-2000	Ja	25	
Landbouw (gewasschade)	Ja	-0,4 (ERMC 2014)	
Materialen en gebouwen	Ja	1,1 (ERMC 2014)	
Totaal welvaartseffect (KBA-saldo)		**545[e]**	**250 tot 1.455[d]**

a Het effect is klein. Het PBL wil deze effecten van de tweede orde op de economie in een vervolgstudie nog nader inschatten met het macro-economische model World Scan.
b De schatting van het arbeidsmarkteffect is onzeker en daarom niet meegenomen in het eindeffect. Of dit effect optreedt, hangt af van de krapte op de arbeidsmarkt.
c De maatschappelijke baten van een betere natuurkwaliteit of biodiversiteit als gevolg van minder stikstof- en zuurbelasting zijn onbekend, omdat we niet weten welke waarde mensen hieraan toekennen.
d De range is bepaald door de hoogste (laagste) schatting van de kosten te combineren met laagste (hoogste) schatting van de baten.
e Door afronding kunnen gesommeerde kosten en baten (en het saldo) iets afwijken van gegeven afzonderlijke posten.

Hierna wordt achtereenvolgens ingegaan op het verschil in kosten- en batenschatting volgens de drie berekeningen.

Verschil in kostenschatting

De grootste verschillen tussen deze drie berekeningen zien we bij de kosten (tabel 6.4, figuur 6.3). De Commissie schat de kosten van het voorstel op 51 miljoen euro (prijspeil 2010). Daarbij heeft de Commissie de extra beleidsopgave in 2030 ingeschat met de Europese raming als vertrekpunt (nulalternatief). Ook is gebruikgemaakt van een Europese maatregelenlijst met informatie over de effecten en kosten van nog in te zetten technische maatregelen in Europa en ook specifiek in Nederland.
Het PBL neemt in de gepresenteerde berekeningen steeds de Nederlandse emissieraming voor 2030 als vertrekpunt. Deze Nederlandse raming wijkt substantieel af van de Europese raming, waardoor het PBL de extra beleidsopgave in 2030 voor het Commissievoorstel ook heel anders inschat dan wat de Commissie doet. Daarnaast schat het PBL de effecten en kosten van maatregelen anders in dan de Commissie. Het resultaat is dat de totale kosten van het Commissievoorstel volgens het PBL uitkomen op 410 miljoen euro: achtmaal zoveel dan de kostenschatting van de Commissie.

De kosten van de PBL-variant komen met 78 miljoen euro veel meer in de buurt van de inschatting door de Commissie van 51 miljoen euro. Dit is verklaarbaar omdat de reductieverplichtingen in de PBL-variant zo zijn vastgesteld dat de beleidsopgave in 2030 (afgezet tegen de nationale raming) overeenstemt met de beleidsopgave waarop de Commissie zich baseert in haar berekeningen. De kosten-batenberekening behorend bij de 78 miljoen (PBL) en 51 miljoen euro (Commissie) betreft dus nagenoeg vergelijkbare emissiereducties. Het verschil in kosten van 27 miljoen euro heeft dus niet te maken met een verschil in doorgerekende beleidsopgave, maar wordt verklaard door een verschil in de gebruikte optielijsten waarbij de Commissie uitgaat van een generieke, Europese optielijst terwijl het PBL uitgaat van specifieke op Nederland toegespitste optielijsten. Dit verschil in kosten maakt duidelijk dat het PBL de kosten van extra maatregelen in Nederland hoger inschat dan dat de Commissie dat doet.
Kijken we vervolgens naar het verschil in de kostenschatting voor het Commissievoorstel volgens de Commissie (51 miljoen euro) en volgens het PBL (410 miljoen), dan wordt dit verschil voor het merendeel (330 miljoen) verklaard door de geconstateerde verschil-

Tabel 6.4

Maatschappelijke kosten en baten van het Commissievoorstel volgens de nationale en Europese kosten-batenanalyse (miljoen euro per jaar, prijspeil 2010)

	Nationale analyse PBL Commissievoorstel	Nationale analyse PBL PBL-variant	Europese Analyse Commissie
Kosten	410	78	51
Baten	724	623	961
KBA-saldo[1]	314	545	910
Kosten-batenratio[2]	1,8	8	18

1 Het saldo betreft de baten min de kosten.

2 De kosten-batenratio betreft de baten gedeeld door de kosten.

len tussen de Europese en Nederlandse emissieramingen. Deze 330 miljoen euro komt overeen met het verschil in de kostenschatting volgens het PBL voor het Commissievoorstel en voor de PBL-variant. Het resterende verschil is veel minder groot. Dit verschil wordt, zoals hiervoor is aangegeven, verklaard doordat de Commissie de kosten van maatregelen lager inschat dan het PBL dat doet.

Verschil in batenschatting

Stappen we over naar de baten, dan valt op dat de verschillen in baten tussen de drie berekeningen minder groot zijn dan het verschil in kosten (tabel 6.4, figuur 6.3). Kijken we naar het verschil in baten tussen de PBL-berekening voor het Commissievoorstel en de PBL-variant dan valt op dat het verschil 14 procent bedraagt (101 miljoen euro). De verklaring voor dit relatief geringe verschil in baten (afgezet tegen het relatief grote verschil in kosten) is, zoals aangegeven, dat de berekende baten voor Nederland voor een groot deel worden verklaard door de extra emissiereducties die in het buitenland worden gerealiseerd.
Hierna volgt een verdere toelichting op de in figuur 6.3 gegeven verschillen in baten. Deze verschillen vallen het best uit te leggen door als eerste de vergelijking te maken tussen de batenberekening volgens de Commissie voor het Commissievoorstel en die volgens het PBL voor de PBL-variant. In beide berekeningen is immers een vergelijkbare extra beleidsopgave voor 2030 geanalyseerd. De Commissie berekent voor deze beleidsopgave jaarlijkse baten van 961 miljoen euro. Het PBL komt voor de PBL-variant uit op baten van 623 miljoen. Dit verschil heeft meerdere oorzaken, zoals verschillen in het gebruikte modelinstrumentarium voor de berekening van fijnstofconcentraties. Een belangrijk verschil doet zich verder voor bij de waardering van een verloren levensjaar: de Commissie schat de waarde van een verloren levensjaar bijna 50 procent hoger in dan het PBL. Het PBL gebruikt de waarde van 41.000 euro (prijspeil 2010) die wordt geadviseerd door Desaigues (2011) en die is gebaseerd op de NEEDS-studie. Deze waarde representeert volgens het PBL het best de stand van kennis zoals uitgebreid is toegelicht in de studie *Milieubelastingen en Groene Groei* (PBL 2014). De Commissie gebruikt een oudere centrale schatting van 62.000 euro (prijspeil 2010) die is gebaseerd op werk uit 2005 voor de CAFE-studie.
De Commissie gebruikt deze oudere schatting dus al langer, en heeft deze nu zonder aanpassing opnieuw gebruikt voor de doorrekening van het Commissievoorstel.
Hiervoor is al stilgestaan bij het relatief geringe verschil in batenberekening tussen de PBL-analyse van het Commissievoorstel en de PBL-variant. De lagere baten voor de PBL-variant worden verklaard doordat de Nederlandse reductieverplichtingen voor vier stoffen in de PBL-variant minder scherp zijn gesteld dan in het Commissievoorstel. De beleidsopgave voor deze stoffen is dus kleiner in de PBL-variant, en een kleinere beleidsopgave vertaalt zich logischerwijs ook in lagere baten. Voor één stof ($PM_{2,5}$) is de reductieverplichting juist verder aangescherpt, wat een toename in beleidsopgave betekent en dus meer baten. Het netto resultaat van de aanpassingen in reductieverplichtingen voor de PBL-variant is 14 procent (101 miljoen euro) lagere baten voor Nederland dan volgens de PBL-berekening voor het Commissievoorstel.

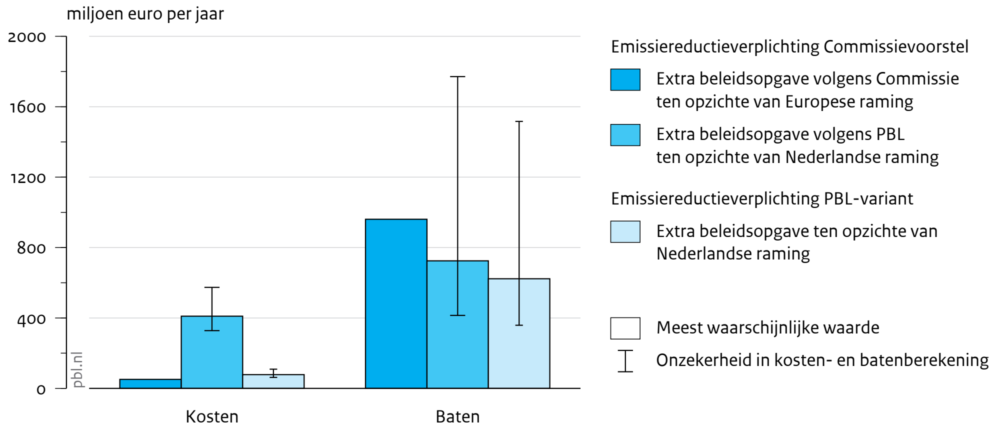
6.3 Aanbevelingen

Bijstelling van de reductieverplichtingen is maatschappelijk de beste optie

Het PBL baseert zich in de nationale MKBA op de nationale door PBL en ECN opgestelde emissieramingen, en concludeert dat het voorliggende Commissievoorstel weliswaar een positief KBA-saldo geeft, maar dat de gekozen reductieverplichtingen voor de Nederlandse samenleving niet geheel optimaal zijn. Dit heeft niet te maken met de methodiek die de Commissie heeft gebruikt bij de afleiding van de reductieverplichtingen, maar het PBL zet vraagtekens bij de gebruikte gegevensbasis voor Nederland. Het meest in het oog springend is het gebruik van verouderde historische emissiecijfers (voor 2005

Figuur 6.3

Kosten en baten van extra beleidsopgave voor emissiereductie van luchtverontreinigende stoffen, 2030



Bron: PBL/ECN

Tabel 6.5

Emissiereductieverplichtingen voor 2030, relatief ten opzichte van 2005 volgens het Commissievoorstel, een Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing' en een PBL-variant op het voorstel

Stof	Emissiereductieverplichtingen 2005-2030 (%)		
	Commissievoorstel[1]	Commissievoorstel 'met NMVOS-aanpassing'[2]	PBL-Variant op het Commissievoorstel[3]
SO_2	59	59	53
NO_x	68	68	63
NH_3	25	25	22
NMVOS	34	18	11
$PM_{2,5}$	38	38	52

1 Reductieverplichtingen volgens voorstel.
2 Reductieverplichtingen met aanpassing voor NMVOS, zodat het Commissievoorstel technisch haalbaar is naar de inzichten van PBL-ECN.
3 Kostenoptimale reductieverplichtingen volgens PBL-variant als wordt aangesloten op de nationale PBL-ECN-ramingen.

en 2010) die doorwerken in de ramingen. Ook schat de Commissie de kosten van maatregelen voor Nederland lager in dan het PBL en ECN.
Het PBL komt door deze andere gegevensbasis tot een afwijkende inschatting van de benodigde extra emissiereducties in Nederland in 2030, en dus van de kosten van het voorstel voor Nederland. Het PBL concludeert dat er een grote kans is dat de kosten voor Nederland aanzienlijk hoger kunnen uitvallen dan wat de Commissie bij de voorbereiding van de richtlijn – gegeven de gekozen ambitie voor vermindering van schade door luchtverontreiniging – als aanvaardbaar had berekend voor Nederland.
Het PBL adviseert om in de onderhandelingen met de Europese Commissie de voorgestelde reductieverplichtingen voor Nederland meer in lijn te brengen met:

1. de Nederlandse historische emissiecijfers voor 2005 en 2010;
2. de Nederlandse emissieramingen tot 2030;
3. de Nederlandse cijfers voor de kosten van aanvullende luchtmaatregelen.

De PBL-variant op het Commissievoorstel geeft inzicht in de richting van mogelijke aanpassingen (tabel 6.5). Dit impliceert enige versoepeling van de voorgestelde reductieverplichtingen voor NMVOS, SO_2, NO_x en NH_3, en een aanscherping van de reductieverplichting voor $PM_{2,5}$.

Het PBL heeft, net als andere landen, afwijkingen (2005-cijfers, ramingen, kosten van maatregelen) in een bilaterale consultatie in 2014 aan de Commissie gemeld. Op basis van deze informatie is de Commissie de verschillen tussen de Europese en nationale cijferbasis nader in beeld aan het brengen. Deze informatie zal vervolgens in 2015 een rol spelen in de onderhandelingen over een definitieve richtlijn.

Literatuur

Amann, M. et al. (2014), *The Final Policy Scenarios of the EU Clean Air Policy Package*, TSAP Report #11 (Version 1.1a), Laxenburg: IIASA.

Campling P., L. Janssen, K. Vanherle, J. Cofala, C. Heyes & R. Sander (2013), *Specific evaluation of emissions from shipping including assessment for the establishment of possible new emission control areas in European Seas. Final report March 2013*, Mol: Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek-VITO.

CBS (2007), *Micro-bestand van het 2007 onderzoek naar de bestedingen door Nederlandse huishoudens*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2014), *Kosten en financiering van het milieubeheer per milieucompartiment*, http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37193&D1=1&D2=a&D3=0-1,7,11-13&D4=a&HD=121030-1024&HDR=G1,G2,T&STB=G3.

CE (2008), *Maatschappelijke effecten vermindering luchtverontreiniging. MKBA van mogelijke NEC-plafonds*, CE-rapport 08.7.642.34, Delft: CE.

Daniels & R. Koelemeijer (2014), *EU-doelen klimaat en energie 2030: Impact op Nederland*, ECN-rapport nr. ECN-E--14-033, Energie Onderzoekscentrum Nederland, Petten, PBL-publicatienummer 1394, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Danish EPA (2012), *Economic impact assessment of a nitrogen emission control area at the North Sea*, Copenhagen: EPA.

Desaigues B. et al. (2011), 'Economic valuation of air pollution mortality: A 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY)', *Ecological Indicators* 11: 902-910.

EC (2013a), *Voorstel voor een richtlijn van het Europees parlement en de Raad ter vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen en tot wijziging van Richtlijn 2003/35/EG*, COM(2013) 920 final, 2013/0443 (COD), Brussels: European Commission.

EC (2013b), *Commission Staff Working Document Impact Assessment accompanying the documents on a 'Clean Air Programme for Europe'*, COM(2013)917; COM(2013)918; COM(2013)919; COM(2013)920; SWD(2013)531; SWD(2013)532, Brussels: European Commission, http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm.

ECN & PBL (2013), *Het energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van gemaakte afspraken*, Petten/Den Haag: Energie Onderzoekscentrum Nederland/Planbureau voor de Leefomgeving.

EU (2001), *Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants*, COM L309/22.

EEA (2014), *NEC Directive status report 2013. Reporting by Member States under Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants*, EEA Technical report No 10/2014, Copenhagen: EEA.

Emissieregistratie (2014), *Officiële Nederlandse organisatie voor inventarisaties van emissies naar het milieu*, www.emissieregistratie.nl.

EMRC (2013), *Cost-benefit Analysis of Policy Scenarios for the Revision of the Thematic Strategy on Air Pollution*, Corresponding to IIASA TSAP Report #10, Version 1. March 2013, UK: Ecometrics Research and Consulting (Mike Holland).

EMRC (2014), *Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenarios for the EU Clean Air Package. Version 2*, Corresponding to IIASA TSAP Report #11, Version 1. March 2014, UK: Ecometrics Research and Consulting (Mike Holland).

EZ (2014) EZ (2014). Convenant maatregelen Programma Aanpak Stikstof. Maart 2014, Den Haag, http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/convenanten/2014/03/18/convenant-maatregelen-programma-aanpak-stikstof.html.

Flemming, J., A. Inness, H. Flentje, V. Huijnen, P. Moinat, M.G. Schultz & O. Stein (2009), 'Coupling global chemistry transport models to ECMWF's integrated forecast system', *Geosci. Model Dev.* 2: 253-265, doi:10.5194/gmd-2-253-2009.

Folkert, R. et al. (2014), *Beoordeling Programmatische Aanpak Stikstof. De verwachte effecten voor natuur en vergunningverlening*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Hammingh, P., K.E.L. Smekens, A.J. Plomp & R.B.A. Koelemeijer (2010), *Co-impacts of climate policies on air polluting emissions in the Netherlands. Final report of the Dutch Research Programme on Air and Climate (BOLK)*. PBL report no. 500146003/2010, PBL-Netherlands Environmental Assessment Agency, ECN-report no. ECN-O-10-008, ECN-Energy Research Centre Netherlands.

Hammingh, P. et al. (2012), *Assessment of the environmental impacts and health benefits of a nitrogen emission control area in the North Sea*, The Hague: PBL-Netherlands Environmental Assessment Agency.

Hammingh, P., W. Smeets, G. Geilenkirchen, K. Peek & D. Nijdam (2014), *Contributions to the bilateral consultation between the European Commission and the Netherlands in the framework of the Clean Air Policy Package in 2014. Memo's on non-methan volatile organic compounds, sulphur dioxide, ammonia, transport and technical measures for particulate matter (costs and potentials for PM2.5 reductions)*, The Hague: PBL-Netherlands Environmental Assessment Agency.

Hekkenberg M. & M. Verdonk (2014), *Nationale Energie-verkenning 2014*, ECN (PBL)-rapport, ECN-O--14-036, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Petten

Hendriks, C., R. Kranenburg, J. Kuenen, R. van Gijlswijk, R. Wichink Kruit, A. Segers, H. Denier van der Gon & M. Schaap (2013), The origin of ambient particulate matter concentrations in the Netherlands, *Atmos. Environ.* 69: 289-303.

Hinsberg, H., R. Reijnen, P. Goedhart, B. de Knegt & M. van Esbroek (2008), 'Relation between critical load exceedance and loss of protected species', in J.P. Hettelingh, M. Posch & J. Slootweg (Eds.), *Critical load, dynamic modelling and impact assessment in Europe: CCE status report*, Coordination Centre for Effects, PBL.

Holland, M.R., S. Pye, G. Jones, A. Hunt & A. Markandya (2008), *Interim Report on Modelling Technology Benefits Assessment and Comparison of Costs and Benefits European Consortium for Modelling of Air Pollution and Climate Strategies – EC4MACS, Task 8: Benefits Assessment*, UK: EMRC/AEA-energy and environment/Metroeconomica.

IIASA (2012), *The GAINS Integrated Assessment Model. EC4MACS Modelling Methodology*, Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), http://www.ec4macs.eu/.

IIASA (2013), *Policy Scenarios for the Revision of the Thematic Strategy on Air Pollution. TSAP Rapport no 10, version 1.2*, Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).

IIASA (2014a), *The final policy scenarios of the EU clean air policy package. TSAP Report #11. Version 1.1a*, Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).

IIASA (2014b), *Gains online: scenarios PRIMES 2013 REF-CLE*, Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), http://gains.iiasa.ac.at/gains/EUN/index.login?logout=1.

Koelemeijer, R.B.A. et al. (2010), *Verkenning van aanvullende maatregelen in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof. Een verkenning van de gevolgen voor milieu en economie*, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.

Kuenen, J., H. Denier van der Gon, A. Visschedijk, H. van der Brugh & R. van Gijlswijk (2011), *MACC European emission inventory for the years 2003–2007*, TNO report, TNO-060-UT-2011-00588, Utrecht.

LEI (2014), *Agrimatie, informatie over de agrosector: visserij in cijfers, thema vlootsamenstelling*, http://www.agrimatie.nl/.

Ligterink, N., G. Kadijk, P. van Mensch, S. Hausberger & M. Rexeis (2013), *Investigations and real world emission performance of Euro 6 light duty vehicles*, Delft: TNO Mobility.

MARIN (2013), Sea shipping emissions 2011: Netherlands continental shelf, port areas and OSPAR region II. Report no. 26437-1-MSCN-rev.2, MARIN Wageningen, Netherlands.

PBL (2013), *Quickscan Hoofdlijnennotitie 'Ontwikkeling en beheer van natuur in Nederland'. Globale toetsing van effectiviteit en doelmatigheid*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2014), *Milieubelastingen en Groene Groei*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2015 te verschijnen), *Methoden en basisgegevens voor het schatten van gezondheidseffecten door blootstelling aan fijnstof en ozon*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Pul, A. van, P. Fisher, F. de Leeuw, R. Maas, T. van Noije, M. Roemer & A. Sterkenburg (2011), *Dossier Ozon 2011*, Rapport nr. 680151001, Bilthoven: RIVM.

RIVM (2014), *Operationele Prioritaire Stoffen model*, http://www.rivm.nl/Onderwerpen/O/Operationele_Prioritaire_Stoffen_model.

SER (2013), *Energieakkoord voor duurzame groei*, Den Haag: Sociaal Economische Raad.

Smeets, W. et al. (2012), *Kosten en baten van strengere emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen: Nationale evaluatie voor de herziening van het Gothenburg Protocol*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

UNECE (2012), *1999 Protocol to abate acidification, eutrophication, and ground-level ozone, to the Convention of long-range transboundary air pollution, as amended on 4 May 2012*, ECE/EB AIR/ 114.

Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, G.P. Geilenkirchen. H.A. den Hollander, H. Noordijk, E. van der Swaluw, W.J. de Vries J. Wesseling & M.C. van Zanten (2014), *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2014*, rapport 680362003/2014, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

Verdonk M., W. Wetzels, et al. (2012), *Referentieraming energie en emissies: Actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
WHO (2013a). *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Technical Report*, Copenhagen: WHO, http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report.
WHO (2013b), *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*, Bonn: WHO, Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-of-air-pollution-in-europe-hrapie-project-recommendations-for-concentrationresponse-functions-for-costbenefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide.

Bijlage 1 Maatregelenpakket bij het Commissievoorstel

In deze bijlage geven we een overzicht van de beschouwde maatregelen ter vermindering van de emissies van luchtverontreinigende stoffen onder het Commissievoorstel (zie paragraaf 4.4.1). De maatregelen zijn gerangschikt naar kosteneffectiviteit (euro per vermeden kilogram ofwel miljoen euro per kiloton). In tabel A1.1 zijn achtereenvolgens de volgende gegevens opgenomen:

- de emissiereductie in 2030 van een maatregel (in kiloton);
- de kosteneffectiviteit van deze maatregel (in miljoen euro per kiloton emissiereductie);
- de jaarlijkse kosten van een maatregel (in miljoen euro) vanaf 2030.

Tabel A.1.1
Maatregelenpakket bij het Commissievoorstel, 2030

Naam maatregel	Emissie-reductie [kiloton]	Kosteneffectiviteit [miljoen euro per kiloton]	Kosten [miljoen euro]
SO_2			
Rookgasreiniging Overige Industrie	0,7	2,0	1,3
Rookgasreiniging Roetfabricage	0,5	2,9	1,5
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's – variant 1	1,1	3,4	3,9
Diepere Ontzwaveling Kooksfabrieken	0,9	5,7	5,1
Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers[1]	2,2	9,6	21,2
Optimalisatie Gaswasser Staalindustrie	0,8	7,7	6,1
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's – variant 2 (verdergaand dan variant 1)	1,2	8,2	9,9
Totaal	**7,4**		**48,9**
NO_x			
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW glastuinbouw 2013	0,01	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Industrie 2013	0,14	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >120 kW HDO 2013	0,74	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Huishoudens 2013	0,06	0,00	0,00
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[1]	0,02	0,00	0,00
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	1,49	0,75	1,12
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,01	1,50	0,01
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	0,98	1,51	1,48
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	0,07	1,70	0,12
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	0,74	1,72	1,27
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,40	2,00	0,80
Binnenvaart CCR beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	11,00	2,10	23,10
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,66	2,30	1,52
Binnenvaart CCR-beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	2,80	2,61	7,30
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	1,08	3,03	3,27
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,28	3,13	0,88
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	0,47	3,56	1,67
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,28	4,45	1,25
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,01	5,70	0,06
Extra SCR bij stationaire gasmotoren industrie 2013	0,14	6,56	0,92
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar grote motoren[1]	0,22	6,66	1,49
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	0,78	7,14	5,57
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	3,89	7,62	29,64
NO_x-reductie Raffinagesector	0,65	8,27	5,40
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	5,43	8,33	45,26
Extra SCR bij stationaire gasmotoren industrie 2013	0,06	10,25	0,61
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	2,55	13,08	33,35
NO_x-reductie Raffinagesector	1,50	14,55	21,82
Emissie-eis CV-ketels HDO NO_x	0,28	14,72	4,12
Reductie NO_x-verbrandingsemissies elektriciteitssector 2013	5,13	15,33	78,68
Totaal	**41,9**		**271**
NH_3			
Aanscherping maximum emissie-eisen pluimveestallen – variant 1	1,2	0,0	0
Aanscherping maximum emissie-eisen pluimveestallen – variant 2 (verdergaand dan variant 1)	0,1	0,0	0
Verlaging aantal jongveemelkkoeien	0,7	0,0	0

Naam maatregel	Emissie-reductie [kiloton]	Kosteneffectiviteit [miljoen euro per kiloton]	Kosten [miljoen euro]
Aanscherping emissiearme bemesting bouwland[1]	0,8	0,8	0,6
Aanscherping emissie-eisen stallen melkkoeien – variant 3[2]	2,5	7,4	18,6
Hoogrendement combiluchtwassers op varkensstallen[3,4]	0,9	9,3	7,9
Totaal	**6,1**		**27,1**[5]
NMVOS			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom[4]	1,8	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus[4]	1,5	1,1	1,7
Maatregelen Industriële verftoepassingen	1,7	1,3	2,1
Herziening EU-verfrichtlijn CON (emissie-eisen deodorants)	6,5	2,4	15,6
NMVOS-reductie Raffinagesector	0,8	3,8	2,9
Herziening EU-verfrichtlijn CON (VOS-pakket)	3,3	4,0	13,3
Herziening EU-verfrichtlijn HDO	0,3	5,0	1,3
Maatregelen Industrieel Reinigen&Ontvetten	0,9	5,0	4,5
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus[4]	1,7	6,9	11,5
NMVOS-reductie Raffinagesector	1,0	10,1	10,4
Totaal	**19,4**		**63,3**
$PM_{2,5}$[6]			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom	0,180	0,0	0,0
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren	0,007	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus	0,150	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus	0,460	0,0	0,0
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar grote motoren	0,021	0,0	0,0
Hoogrendement combiluchtwassers op varkensstallen	0,007	0,0	0,0
Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers	0,1	0,0	0,0
Totaal	**0,9**		**0**

1 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 1 miljoen euro per kiloton NH_3-reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 0,8 miljoen euro. Dat is een toename van 0,2 miljoen euro.

2 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 10,4 miljoen euro per kiloton NH_3- reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 26 miljoen euro. Dat is een toename van 7,4 miljoen euro.

3 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 13,8 miljoen euro per kiloton NH_3-reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 12,4 miljoen euro. Dat is een toename van 4,5 miljoen euro.

4 Deze opties verminderen ook de fijnstofemissies.

5 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor het maatregelenpakket voor NH_3 bij het Commissievoorstel. De kosten nemen toe van 27 miljoen naar 39 miljoen euro.

6 De kosten voor $PM_{2,5}$ zijn op nul gesteld, omdat het hier neveneffecten betreft van maatregelen die worden getroffen voor de doelstellingen bij SO_2, NO_x, NH_3 en NMVOS.

Bijlage 2 Maatregelenpakket bij de PBL-variant op het Commissievoorstel

In deze bijlage geven we een overzicht van de beschouwde maatregelen ter vermindering van de emissies van luchtverontreinigende stoffen onder de PBL-variant op het Commissievoorstel (zie paragraaf 4.4.2). De maatregelen zijn gerangschikt naar kosteneffectiviteit (euro per vermeden kilogram ofwel miljoen euro per kiloton). In tabel A2.1 zijn achtereenvolgens de volgende gegevens opgenomen:

- de emissiereductie in 2030 van een maatregel (in kiloton);
- de kosteneffectiviteit van deze maatregel (in miljoen euro per kiloton emissiereductie);
- de jaarlijkse kosten van een maatregel (in miljoen euro) vanaf 2030.

Tabel A.2.1

Maatregelenpakket bij de PBL-variant op het Commissievoorstel, 2030

Naam maatregel	Emissie-reductie [kiloton]	Kosteneffectiviteit [miljoen euro per kiloton]	Kosten [miljoen euro]
SO_2			
Rookgasreiniging Overige Industrie	0,7	2,0	1,3
Rookgasreiniging Roetfabricage	0,5	2,9	1,5
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's	1,1	3,4	3,9
Diepere Ontzwaveling Kooksfabrieken	0,9	5,7	5,1
Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers[1]	0,5	9,6	4,4
Totaal	**3,7**		**16,1**
NO_x			
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW glastuinbouw 2013	0,01	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Industrie 2013	0,14	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >120 kW HDO 2013	0,74	0,00	0,00
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Huishoudens 2013	0,06	0,00	0,00
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[1]	0,02	0,00	0,00
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	1,49	0,75	1,12
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,01	1,50	0,01
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	0,98	1,51	1,48
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	0,07	1,70	0,12
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	0,74	1,72	1,27
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,40	2,00	0,80
Binnenvaart CCR-beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	11,00	2,10	23,10
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,66	2,30	1,52
Binnenvaart CCR-beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	2,80	2,61	7,30
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	1,08	3,03	3,27
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,28	3,13	0,88
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	0,47	3,56	1,67
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,28	4,45	1,25
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,01	5,70	0,06
Extra SCR bij stationaire gasmotoren industrie 2013	0,14	6,56	0,92
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar grote motoren[1]	0,22	6,66	1,49
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	0,28	7,14	1,97
Totaal	**21,9**		**48,2**
NH_3			
Aanscherping maximum emissie-eisen pluimveestallen – variant 1	1,1	0,0	0
Totaal	**1,1**		**0**
NMVOS			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom[1]	1,8	0,0[2]	0,0[2]
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus[1]	1,5	0,0[2]	0,0[2]
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus[1]	1,7	0,0[2]	0,0[2]
Maatregelen Industriële verftoepassingen	0,27	1,3	0,3
Totaal	**5,3**		**0,3**
$PM_{2,5}$			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom	0,18	0	0,0
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[3]	0,01	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus	0,15	11,4	1,7
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus	0,46	25,1	11,6
Totaal	**0,8**		**13,3**

1 Deze opties verminderen ook de fijnstofemissies.

2 De kosten voor NMVOS zijn op nul gesteld, omdat het hier neveneffecten betreft van maatregelen die worden getroffen voor de doelstellingen bij $PM_{2,5}$.

3 De kosten zijn op nul gesteld, omdat het hier neveneffecten betreft van een maatregel die voor de NO_x-doelstelling worden getroffen.

Bijlage 3 Maatregelenpakket maximum technisch potentieel

In deze bijlage geven we een overzicht van alle geïnventariseerde luchtmaatregelen, oftewel het maximum technisch potentieel (zie paragraaf 4.4.3). De maatregelen zijn gerangschikt naar kosteneffectiviteit (euro per vermeden kilogram oftewel miljoen euro per kiloton).
In tabel A.3.1 zijn achtereenvolgens de volgende gegevens opgenomen:

- de emissiereductie in 2030 van een maatregel (in kiloton);
- de kosteneffectiviteit van deze maatregel (in miljoen euro per kiloton emissiereductie);
- de jaarlijkse kosten van een maatregel (in miljoen euro) vanaf 2030.

Merk op dat maatregelen in deze (potentieel-)overzichten per stof meerdere malen kunnen voorkomen. Dit doet zich voor als een maatregel de emissies van meer dan een stof vermindert. In dat geval hebben we deze maatregel bij elke stof laten terugkomen om zodoende een totaalbeeld te geven van het potentieel per stof.

Tabel A.3.1

Maximum technisch potentieel luchtmaatregelen, 2030

Naam maatregel	Emissie-reductie [kiloton]	Kosteneffectiviteit [miljoen euro per kiloton]	Kosten [miljoen euro]
SO_2			
Rookgasreiniging Overige Industrie	0,7	2,0	1,3
Rookgasreiniging Roetfabricage	0,5	2,9	1,5
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's – variant 1	1,1	3,4	3,9
Diepere Ontzwaveling Kooksfabrieken	0,9	5,7	5,1
Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers[1]	2,2	9,6	21,2
Optimalisatie Gaswasser Staalindustrie	0,8	7,7	6,1
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's	1,2	8,2	9,9
Olie- naar Gasstook Industrie	0,4	9,0	4,0
Noodwasser bij een Kooksfabriek	0,1	13,5	1,1
Optimalisatie ontzwaveling van stookgas en rendementsverbetering SRU's – variant 2 (verdergaand dan variant 1)	1,3	14,8	19,4
Kolen- naar gasstook groenvoerdrogerijen	0,3	16,0	5,3
Stookgasreiniging Chemie	0,4	16,1	6,5
Extra wasvat nieuwe kolencentrales	2,2	54,3	117,0
Totaal	**12,2**		**202**
NO_x			
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW glastuinbouw 2013	0,0	0,0	0
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Industrie 2013	0,1	0,0	0
Lage NO_x-branders voor ketels >120 kW HDO 2013	0,7	0,0	0
Lage NO_x-branders voor ketels >100 kW Huishoudens 2013	0,1	0,0	0
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[1]	0,0	0,0	0
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	1,5	0,8	1,1
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,0	1,5	0,0
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	1,0	1,5	1,5
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren landbouw 2013	0,1	1,7	0,1
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	0,7	1,7	1,3
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren HDO 2013	0,4	2,0	0,8
Binnenvaart CCR beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	11,0	2,1	23,1
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,7	2,3	1,5
Binnenvaart CCR beleid: gebruik van SCR om NO_x-emissies te reduceren	2,8	2,6	7,3
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	1,1	3,0	3,3
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,3	3,1	0,9
Extra SCR bij stationaire gasmotoren glastuinbouw 2013	0,5	3,6	1,7
Extra SCR bij stationaire gasmotoren HDO 2013	0,3	4,4	1,2
Extra SCR bij stationaire biogasmotoren industrie 2013	0,0	5,7	0,1
Extra SCR bij stationaire gasmotoren industrie 2013	0,1	6,6	0,9
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar grote motoren[1]	0,2	6,7	1,5
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	0,8	7,1	5,6
Beperken van NO_x-procesemissies in de industrie 2013	3,9	7,6	29,6
NO_x-reductie Raffinagesector	0,7	8,3	5,4
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	5,4	8,3	45,3
Extra SCR bij stationaire gasmotoren industrie 2013	0,1	10,2	0,6
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	2,6	13,1	33,3
NO_x-reductie Raffinagesector	1,5	14,5	21,8
Emissie-eis CV-ketels HDO NO_x	0,3	14,7	4,1
Reductie NO_x-verbrandingsemissies elektriciteitssector 2013	5,7	15,3	87,4
Reductie NO_x-verbrandingsemissies elektriciteitssector 2013	2,5	18,4	46,0
Emissie-eis huishoudelijke CV-ketels NO_x	0,7	23,4	15,5

Naam maatregel	Emissie-reductie [kiloton]	Kosteneffectiviteit [miljoen euro per kiloton]	Kosten [miljoen euro]
Reductie NO_x-verbrandingsemissies industrie 2013	3,1	32,1	98,2
Kolen- naar gasstook groenvoerdrogerijen	0,1	40,2	5,3
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar grote motoren[1]	0,1	41,2	4,4
Reductie NO_x-verbrandingsemissies elektriciteitssector 2013	1,1	49,0	53,9
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[1]	0,0	825,9	0,8
Uitbreiding van NRMM-emissie-eisen naar kleine motoren[1]	0,0	825,9	0,8
Totaal	**50**		**504**
NH_3			
Aanscherping maximum emissie-eisen pluimveestallen – variant 1	1,2	0,0	0,0
Aanscherping maximum emissie-eisen pluimveestallen – variant 2 (verdergaand dan variant 1)	0,1	0,0	0,0
Verlaging aantal jongveemelkkoeien	0,7	0,0	0,0
Aanscherping emissiearme bemesting bouwland[6]	0,8	0,8	0,6
Aanscherping emissie-eisen stallen melkkoeien – variant 3[7]	2,5	7,4	18,6
Hoogrendement combiluchtwassers op varkensstallen[1,8]	1,8	9,3	16,7
Rantsoenaanpassingen melkkoeien	1,3	15,4	20,0
Aanscherping emissiearme bemesting grasland[9]	1,6	18,8	30,0
Rantsoenaanpassingen vleesvarkens	1,4	19,2	26,9
Totaal	**11,3**		**113**[10]
NMVOS			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom[1]	1,8	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus[1]	1,5	1,1	1,7
Maatregelen Industriële verftoepassingen	1,7	1,3	2,1
Herziening EU-verfrichtlijn CON (emissie-eisen deodorants)	6,5	2,4	15,6
NMVOS-reductie Raffinagesector	0,8	3,8	2,9
Herziening EU-verfrichtlijn CON (VOS-pakket)	3,3	4,0	13,3
Herziening EU-verfrichtlijn HDO	0,3	5,0	1,3
Maatregelen Industrieel Reinigen&Ontvetten	0,9	5,0	4,5
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus[1]	1,7	6,9	11,5
NMVOS-reductie Raffinagesector	1,0	10,1	10,4
Totaal	**19,4**		**63,3**
$PM_{2,5}$			
Vervanging bestaande kachels/open haarden door DINplus, autonoom[2]	0,18	0,0	0,0
Uitbreiding van NRMM emissie eisen naar kleine motoren[4]	0,01	0,0	0,0
Verplichte vervanging bestaande open haarden door DINplus[2]	0,15	11,4	1,7
Verplichte vervanging bestaande kachels door DINplus[2]	0,46	25,1	11,5
Uitbreiding van NRMM emissie eisen naar grote motoren[4]	0,02	72,0	1,5
Negatieve ionisatie vleeskuikens	0,03	74,9	2,2
Binnenvaart CCR beleid DPF om PM10 emissies te reduceren	0,43	92,6	40,0
Extra ESP op kachels en open haarden	0,46	194,0	89,2
Ionisatiefilter legpluimvee	0,06	221,1	13,7
Rookgasreiniging Regenerator Catcrackers[3]	0,07	263,5	18,4
Uitbreiding van NRMM emissie eisen naar kleine motoren[4]	0,00	825,9	0,8
Hoogrendement combiluchtwassers op varkensstallen[4]	0,01	1249,1	16,2
Fijnstofmaatregelen priltoren kunstmestindustrie[5]	0,03	0,0	0,0
Totaal	**1,9**		**195**

1 Deze opties verminderen ook de fijnstofemissies.
2 Deze opties verminderen ook de NMVOS-emissies.
3 Deze optie vermindert ook de SO_2-emissie.
4 Deze optie vermindert ook de NO_x-emissie.
5 Uit indicatieve berekeningen met een aantal mogelijke reductietechnologieën volgt een reductiepotentieel van circa 0,03 kiloton. Omdat er in de sector aan procesgeïntegreerde oplossingen wordt gedacht, konden geen kosten worden geschat.

6 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 1 miljoen euro per kiloton NH_3-reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 0,8 miljoen euro. Dat is een toename van 0,2 miljoen euro.

7 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 10,4 miljoen euro per kiloton NH_3- reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 26 miljoen euro. Dat is een toename van 7,4 miljoen euro.

8 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 13,8 miljoen euro per kiloton NH_3-reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 24,8 miljoen. Dat is een toename van 8.1 miljoen euro.

9 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets lagere kosten voor deze maatregel. Met een herziene kosteneffectiviteit van 14,4 miljoen euro per kiloton NH_3-reductie komen de totale kosten van deze maatregel uit op ongeveer 23miljoen. Dat is een afname van 7 miljoen euro.

10 Uit herberekeningen in oktober 2014 volgen iets hogere kosten voor het maximale maatregelenpakket voor NH_3. De kosten nemen toe van 113 miljoen naar 122 miljoen euro.

Bijlage 4 Modelberekeningen ozon

De modelberekeningen van ozon voor deze MKBA zijn uitgevoerd met het Nederlandse LOTOS-EUROS-model, versie 1.9 (Hendriks et al. 2013). Er zijn uurlijkse ozonconcentraties berekend voor 2005, voor 2030 met vaststaand beleid (2030-VB) en voor 2030 met aanvullend beleid volgens het Commissievoorstel (2030-CV). De berekeningen zijn uitgevoerd voor gridcellen van circa 7 bij 7 kilometer.
De Nederlandse emissies van de voor de ozonvorming relevante stoffen voor deze 'scenario's' zijn aangeleverd door de Emissieregistratie (2005) en door PBL-ECN (2030-scenario's). De buitenlandse emissies zijn gedownload van GAINS-online en zijn daarmee exact gelijk aan de buitenlandse emissies in de analyse van IIASA (zie Amann et al. 2014) voor een beschrijving van de emissie-scenario's). De emissies zijn ruimtelijk verdeeld volgens de MACII-emissiedatabase bij het LOTOS-EUROS-model (Kuenen et al. 2011).

De opzet van de berekeningen
De meteorologische omstandigheden zijn belangrijk voor de verspreiding van luchtverontreiniging. In het geval van ozon zijn ze extra belangrijk, omdat ze ook de mate van ozonvorming uit de voorloperstoffen bepalen. Omdat voor toekomstjaren de meteorologie niet bekend is, is het gebruikelijk de modelberekeningen voor een aantal meteorologische jaren uit te voeren. In dit kader is de meteorologie van 2003 en van 2010 toegepast. Het jaar 2003 staat bekend als een jaar waarin episoden met hoge piekconcentraties voorkomen. Dit wordt gereflecteerd in het 98-percentiel van de uurlijkse ozonconcentraties dat voor 2003 hoger is dan voor 2010, terwijl de mediane niveaus voor deze twee jaren niet erg van elkaar verschillen (zie figuur A.1). Voor sommige stations is het mediane niveau in 2010 juist hoger dan in 2003.

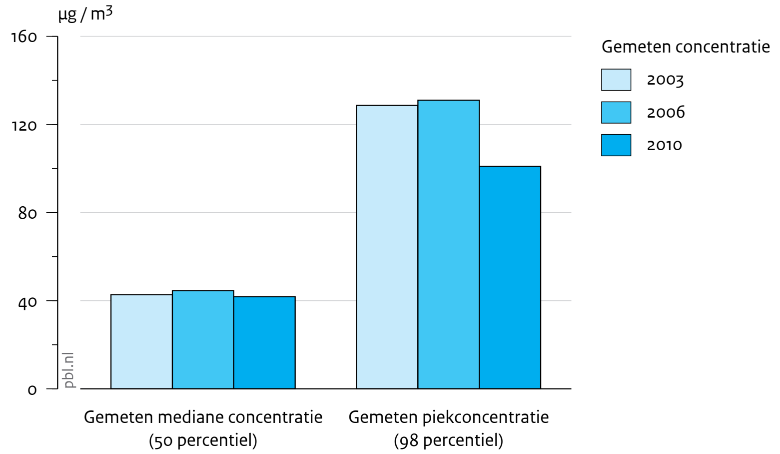
Bij het gebruik van chemie-transportmodellen als LOTOS-EUROS worden de concentraties aan de grenzen van het domein (de randvoorwaarden) opgelegd. Bij de hier beschreven berekeningen zijn de randvoorwaarden voor alle scenario's gelijk gehouden. Wanneer gerekend is met de meteorologie van 2003, dan zijn ook de randvoorwaarden voor 2003 toegepast, evenzo geldt dat bij de berekeningen met de meteorologie van 2010 de randvoorwaarden voor 2010 zijn toegepast. De randvoorwaarden zijn berekend met het gekoppelde modelsysteem IFS/MOZART (Flemming et al. 2009).
Biogene emissies van isopreen en terpenen dragen bij aan de ozonvorming. De emissie door bomen, grassen en gewassen wordt door het LOTOS-EUROS-model berekend op basis van de actuele meteorologie (temperatuur en straling).

Postprocessing
Uit de uurlijkse concentraties zijn twee indicatoren berekend:
1. SOMO35: de jaarsom van de dagmaxima van de glijdende 8-uursgemiddelden boven 35 ppb;
2. SOMO10: de jaarsom van de dagmaxima van de glijdende 8-uursgemiddelden boven 10 ppb.

De SOMO35-indicator is toegepast in de Europese kosten-batenanalyse van het Commissievoorstel. Het is een indicator voor de vaststelling van de sterfte en ziekte door kortdurende blootstelling aan ozon. De waarde van 70 microgram per kubieke meter is op pragmatische gronden gekozen. Omdat het aannemelijk is dat de drempelwaarde voor ozon lager is dan 70 microgram per kubieke meter, adviseert de WHO (2013b) om naast SOMO35 ook SOMO10 te gebruiken – met hetzelfde relatieve risico – voor de vaststelling van ziekte en sterfte door kortdurende blootstelling aan ozon.

Invloed van de toegepaste meteorologie op de indicatoren
De met 2010-meteorologie verkregen SOMO-waarden zijn voor alle 'scenario's' beduidend hoger dan de waarden die met meteorologie 2003 worden berekend (zie figuur A.2). Dit is tegen de verwachting in. Wanneer we de SOMO35 berekenen op basis van metingen op de stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit voor de

Figuur A.1
Ozonconcentratie in rurale gebieden

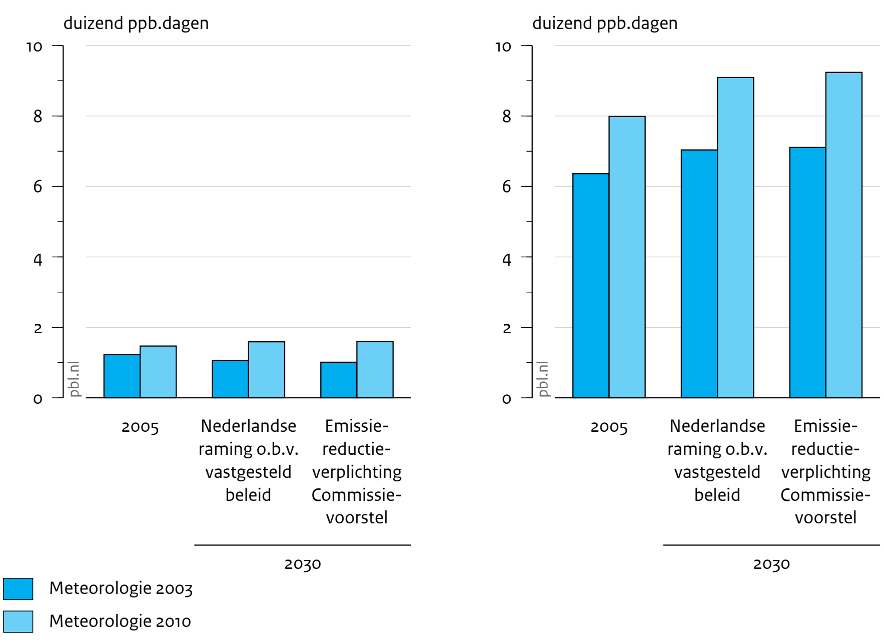


Bron: RIVM

Figuur A.2
Effect van meteorologie en scenario's op ozonindicatoren

SOMO35

SOMO10

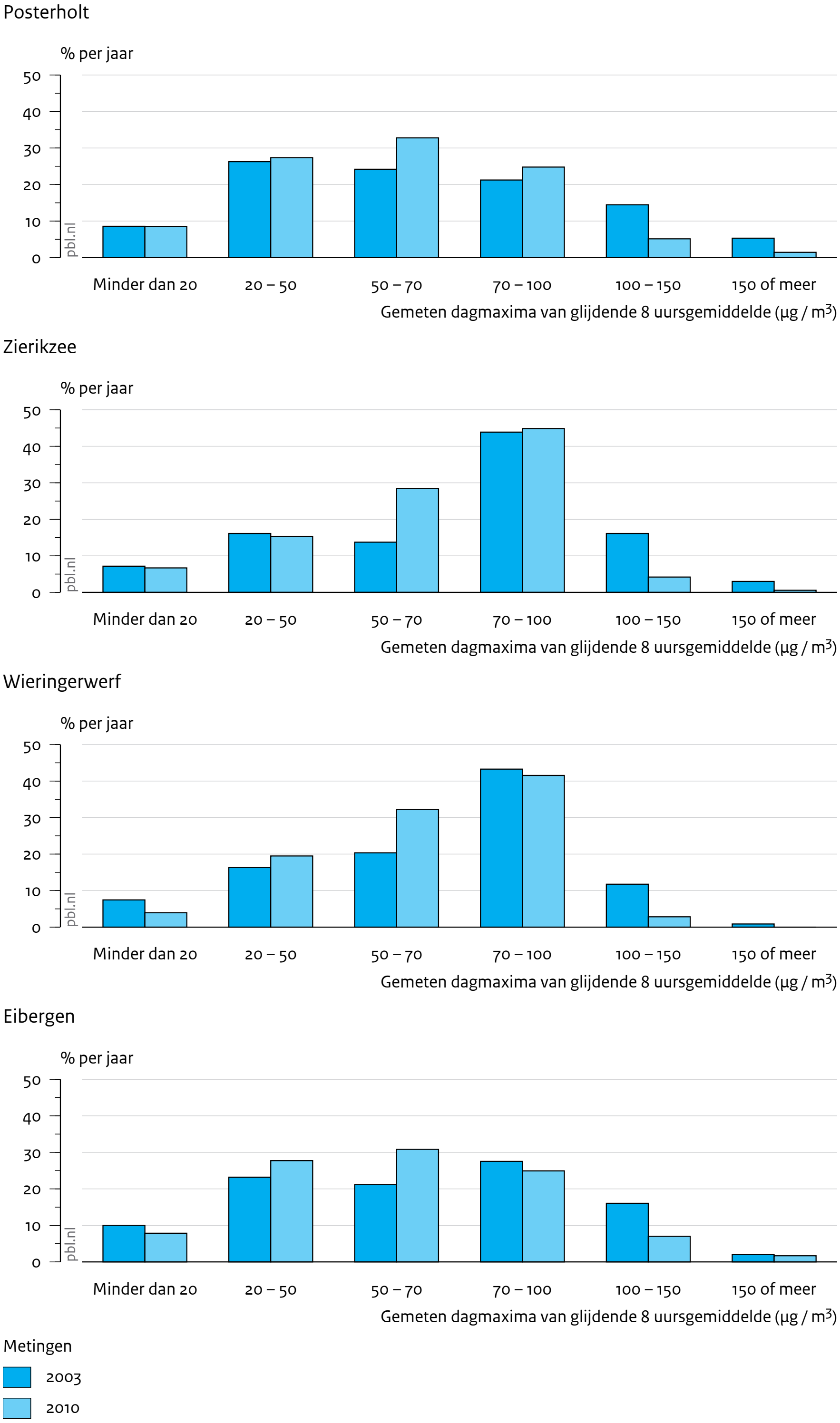


Bron: RIVM

periode 2000 tot 2010, dan springt 2003 er uit als het jaar met de hoogste waarde.

Bekend is dat LOTOS-EUROS de piekwaarden van ozon onderschat, maar dat verklaart niet waarom met meteo 2010, die minder piekconcentraties geeft, een hogere SOMO35-waarde wordt berekend. Dat kan alleen als de meteo van 2010 in hogere 'basale' niveaus resulteert. Dat is inderdaad het geval, zoals blijkt uit de frequentie-verdeling van de dagmaxima van de glijdende 8-uurs-gemiddelden, gemeten op de regionale stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in 2003 en 2010. In figuur A.3 wordt deze voor een viertal stations getoond. De frequentie van de dagmaxima tussen 20 en 70 microgram per kubieke meter (10 respectievelijk 35 ppb) is in 2010 duidelijk toegenomen ten opzichte van

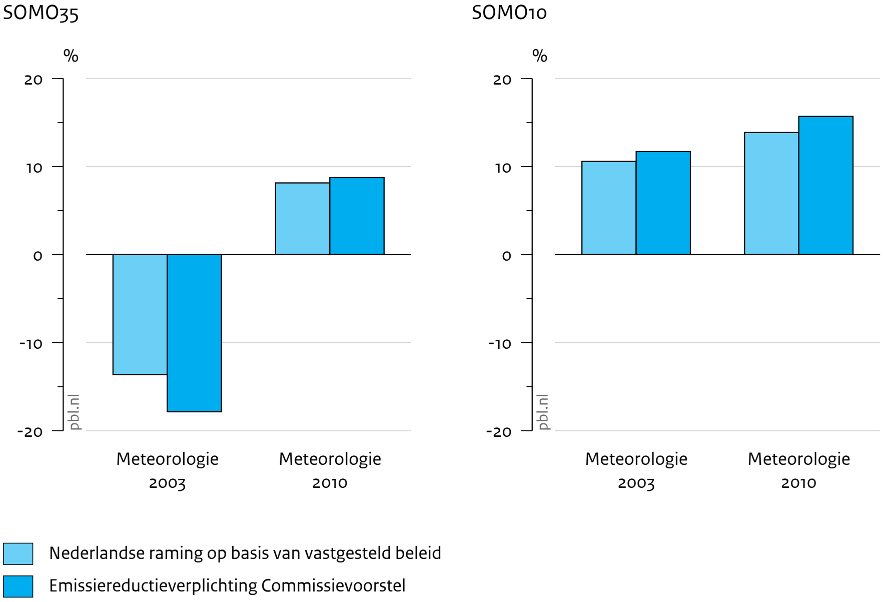
Figuur A.3
Frequentieverdeling van dagmaxima van ozonconcentraties



Bron: RIVM

Figuur A.4

Effecten van beleid en meteorologie op ozonindicatoren, 2005 – 2030



Bron: RIVM

2003. Als LOTOS-EUROS met meteo 2010 ook hogere basale niveaus berekent, dan kan dit samen met het gegeven dat LOTOS-EUROS de pieken onderschat, de verklaring vormen voor de hogere SOMO-waarden die met meteo 2010 worden berekend.

Invloed van het beleid op de indicatoren voor humane blootstelling

Ondanks dat LOTOS-EUROS de piekconcentraties onderschat, kan hiermee toch het effect van het beleid in *relatieve* zin worden berekend. De percentages verandering in 2030 ten opzichte van 2005 door vaststaand beleid en vaststaand en aanvullend beleid worden getoond in figuur A.4.

Met meteo van het jaar 2003 *daalt* de SOMO35-waarde door het vaststaande beleid met circa 14 procent. Het Commissievoorstel voegt daar nog circa 4 procentpunt aan toe. De SOMO10-indicator daarentegen *stijgt* met 10,6 procent door vaststaand beleid; het aanvullende beleid zorgt voor een extra verhoging met 1,1 procentpunt. De meteorologie van 2003 is bevorderlijk voor episoden met piekconcentraties van ozon. De lagere NO_x-en NMVOS-emissies hebben een reducerende werking op deze piekconcentraties. Dit komt tot uitdrukking in de SOMO35-indicator. Buiten de episoden leidt de verminderde NO_x-emissie tot stijging van de ozonconcentratie door minder NO-titratie. Dit komt tot uiting in de SOMO10-indicator.

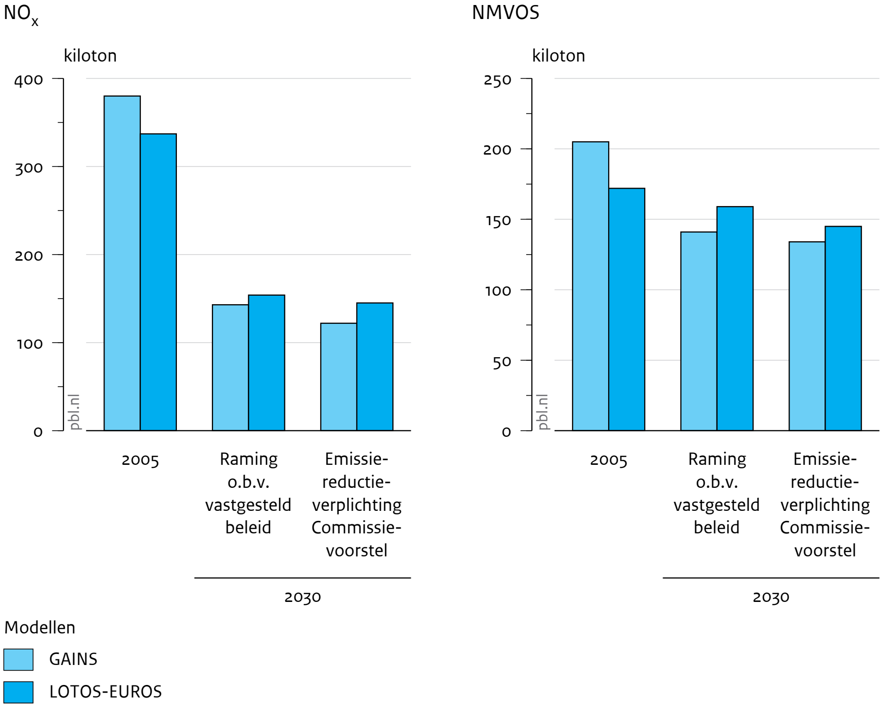
Het beeld bij gebruik van meteorologie 2010 is dat niet alleen de SOMO10 door beleid stijgt, maar ook de SOMO35. Het vaststaande beleid leidt tot een verhoging van 8,1 procent van deze indicator; het aanvullende beleid geeft een extra verhoging van 0,6 procentpunt.
De SOMO10-indicator stijgt met 13,9 respectievelijk 15,7 procent.
De verklaring hiervoor is dat de meteorologie van 2010 minder aanleiding geeft tot episoden met piekconcentraties van ozon. De lagere NO_x-emissie leidt dan door minder NO-titratie tot een stijging van zowel SOMO10 als SOMO35.
Het effect op de bevolking gewogen SOMO-waarden, waarin het gedrag in steden sterker tot uitdrukking komt, ondersteunt de hiervoor gegeven verklaringen.
De bevolking gewogen waarden dalen minder (SOMO35 met meteo 2003) en stijgen meer (SOMO35 met meteo 2003 en SOMO10 met beide meteojaren) dan de landelijk gemiddelde waarden. Dit is begrijpelijk, doordat de afname van de NO_x-emissie, en dus ook van de NO-titratie, het grootst is in de steden.

Samenvattend

Uit de berekeningen met het LOTOS-EUROS-model blijkt dat de grootte en de richting van het effect van het huidige beleid en het Commissievoorstel afhankelijk zijn van zowel de voor de toekomst veronderstelde meteorologische omstandigheden als van de gehanteerde indicator voor humane blootstelling. Dit wil niet zeggen dat moet worden afgezien van de voorgestelde

Figuur A.5

Input Nederlandse emissies in LOTOS-EUROS en GAINS



Bron: RIVM

NO$_x$-reductie, want er zijn ook gunstige effecten wat betreft de blootstelling aan secundair PM$_{2,5}$ en voor de stikstofdepositie op natuurgebieden. De conclusie is eerder dat in sterk verstedelijkte gebieden voor het verkrijgen van gezondheidsbaten door minder ozonblootstelling verdergaande NO$_x$-reductie nodig is. Omdat in de Europese kosten-batenanalyse de effect-schattingen alleen op SOMO35 zijn gebaseerd, is deze benadering ook in deze MKBA gevolgd. Daarnaast wordt uitgegaan van de meteorologische omstandigheden van 2003, die kenmerkend zijn voor het optreden van zomer-episoden en waarbij een maximaal positief effect mag worden verwacht.
De SOMO35-waarden gebruikt bij de bepaling van de gezondheidskundige effecten zijn, anders dan de hiervoor gegeven waarden, gebaseerd op uurwaarden die voor de onderschatting van piekconcentraties door het model zijn gecorrigeerd. De correctie berust op een vergelijking van de gemodelleerde uurlijkse ozonconcentraties voor de periode 2003-2006 met in het landelijk meetnet gemeten concentraties en is temperatuurafhankelijk.

Vergelijking met IIASA

De berekeningen voor het Commissievoorstel zijn door IIASA uitgevoerd met het GAINS-model. Volgens de rapportage van IIASA is het effect van het Commissievoorstel voor Nederland een reductie van 18 procent van het aantal voortijdige doden (Amann et al. 2014). Omdat het GAINS-model per land een vaste, lineaire relatie hanteert tussen de bevolking gewogen SOMO35-waarde en het aantal doden, kan worden geconcludeerd dat ook de bevolking gewogen SOMO35-waarde met 18 procent afneemt. Met LOTOS-EUROS wordt slechts een reductie van 1 procent gevonden voor het bevolking gewogen gemiddelde (na correctie voor de onderschatting van piekwaarden), zelfs bij gebruik van de meteorologie voor 2003, een jaar met veel ozonepisoden. De verklaring voor dit verschil wordt bemoeilijkt doordat de berekeningen met LOTOS-EUROS en GAINS op een aantal punten verschillen. Onderzocht is de invloed van de afwijkende eigen ramingen van de Nederlandse NO$_x$- en NMVOS-emissie. Deze zijn voor 2005 in de LOTOS-EUROS-berekening lager en voor beide 2030-scenario's hoger dan in de GAINS-berekening (zie figuur A.5).

Dit vormt echter geen verklaring voor het verschil, wat blijkt uit een controleberekening met LOTOS-EUROS waarin de Nederlandse emissies op hetzelfde niveau zijn gebracht als in de GAINS-berekening. De voor 2005 berekende SOMO35 stijgt daardoor niet, maar daalt juist. Dit is te verklaren doordat in Nederland geëmitteerd NMVOS maar weinig bijdraagt aan de ozonvorming in Nederland en het ozontitratie-effect van NO domineert (Van Pul et al. 2011). Verlaging van de NO$_x$- en NMVOS-

emissie voor het Commissievoorstel tot het niveau in de GAINS-berekening heeft nauwelijks invloed op de SOMO35-waarde.
Met betrekking tot de berekeningen door IIASA kan nog het volgende worden opgemerkt. De berekeningen voor beide 2030-scenario's zijn uitgevoerd met het GAINS-model, waarbij gebruik is gemaakt van een lineaire bron-receptorrelatie die is afgeleid van het EMEP-model.
De linearisatie is gebeurd bij een te verwachten NO_x-emissieniveau in 2020. De berekening voor 2005 is echter uitgevoerd met het 'volledige' EMEP-model omdat – zo was op voorhand duidelijk – de NO_x-niveaus in dat jaar veel hoger zijn dan de raming voor 2020. De vraag is echter of de linearisatie voor 2030, die op geheel Europa is gericht, ook voldoet voor Noordwest-Europa, met hogere NO_x-emissies dan in de rest van Europa. Onafhankelijke berekeningen met het EMEP-model zijn echter nog niet beschikbaar (Heyes, persoonlijke communicatie).

Planbureau voor de Leefomgeving

ECN

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

November 2014